Aus der Chirurgischen Universitätsklinik in Marburg-Lahn
Direktor: Prof. Dr. R. Klapp

Die Bluttransfusion im Dienste der Chirurgie

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin der Hohen Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Hans Maurer
aus Eisweiler/Saar

Marburg-Lahn 1938
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)

Angenommen
von der Medizinischen Fakultät der Philipps-Universität Marburg-Lahn
am 24. Januar 1938

Referent: Professor Dr. R. Klapp.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater
und dem Andenken
meiner Mutter

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555610_0104

Geschichtliches.

Zu einer Zeit, wo die Bluttransfusion in die Therapie mancher Krankheit Eingang gefunden hat, will ich in einem kurzen Überblick die ersten Anfänge der Blutüberleitung, ihre Weiterentwicklung und Vervollkommnung zeigen:

„Stringite" ait, „gladios veteremque haurite cruorem
Ut repleam vacuas juvenili sanguine venas"
(Ovid, Metamorphosen V. 333/4).

So spricht Medea bei Ovid: Das verbrauchte, alte Blut des greisen Anchises wird durch jugendliches Blut ersetzt und Anchises dadurch verjüngt; die Geschichte spricht davon unter dem Namen einer „cura Medeana". Auch sonst findet die Übertragung gesunden, jungen Blutes in den Sagen, Mythen und Märchen alter Völker Erwähnung. Das Blut, Sitz des Lebens und der Seele, ist fähig, neue Kraft, Mut, Gesundheit und Jugend zu geben, Siechtum und Krankheit zu vertreiben. Der Sieger im Zweikampfe trinkt das Blut des Besiegten und bekommt damit weitere Kraft. Für Hippokrates gibt es nichts Einleuchtenderes für einen Kranken mit seinen zerfallenden Körperkräften als das Trinken des Blutes von einem gesunden, kraftstrotzenden Jüngling, um dadurch die schlechte Mischung der Körpersäfte, die Krankheit zu bessern.

In der Geschichte des Altertums und des Mittelalters jedoch findet sich nirgends ein sicherer Beweis dafür, daß es tatsächlich zu einer Bluttransfusion von Gefäß zu Gefäß gekommen ist. (Wildegans). Bei der in der Geschichte der Bluttransfusion so oft erwähnten Blutüberleitung bei Innocenz VIII, wurde das Blut dreier römischer Jünglinge als Elixier gereicht, um dadurch das Leben des Papstes zu retten.

Die ersten bestimmten Hinweise auf eine Blutüberleitung tauchen gegen Ende des 16. und Anfang des 17. Jahrhunderts auf. Hieronymus Cardanus aus Mailand beschreibt 1556 eine Art der Blutüberleitung mit Kanülen; 1604 erwähnt Magnus (auch Marcus!) Pegellius aus Rostock in seinen Schriften als erster in Deutschland die Bluttransfusion; fast zu der gleichen Zeit Andreas Libavius aus Halle.

Mit der Entdeckung des großen Blutkreislaufs durch den Engländer Harvey 1628, erhält die bis dahin nur in Schriften erwähnte Blutüberleitung neuen Auftrieb, und auch im Vaterlande Harveys werden die ersten Versuche der Blutüberleitung von Tier zu Tier gemacht; es beginnt damit die erste Periode der Bluttransfusion (Kubanyi), die in das 17. Jahrhundert fällt. Richard Lower zeigt im Jahre 1656 die erste geglückte Blutüberleitung

von Hund zu Hund in der Royal Society; er leitete dabei das Blut von der Arteria cervicalis in die Vena jugularis. Die erste Heterotransfusion, d. h. die Übertragung des Blutes von Tier zu Mensch, macht im Jahre 1667, am 17. Juni, der Franzose Denys; er verband die Arteria carotis eines Lammes mit der Armvene eines jungen Mannes, der durch mehrmalige Aderlässe fast vollkommen ausgeblutet war. Die Transfusion glückte, und die Wirkung auf den Kranken war ausgezeichnet. Am 23. November des gleichen Jahres glückte auch Lower und King in England die Übertragung von Lammblut auf den Menschen; auch war es Lower, der schon damals die ersten Indikationen für die Bluttransfusion festlegte: Anaemie nach Blutverlust, bei Arthritis und Wahnsinn.

Nach diesen ersten geglückten Versuchen häuften sich die Blutübertragungen, und die ersten Fehlschläge traten ein, für die man bald dies, bald jenes verantwortlich machte. Der Italiener Morgagni machte die Feststellung, daß ausgeblutete Hunde Hundeblut besser vertrügen als Lammblut, nach dem der Tod unter anaphylaktischen Erscheinungen eintrat. Als die Transfusionsschäden sich häuften, wurde zunächst in Italien die Ausführung einer Transfusion verboten. 1668 erließ der Oberste Gerichtshof in Paris das Urteil, daß in Zukunft eine Bluttransfusion nur mehr mit Zustimmung der medizinischen Fakultät der Akademie der Wissenschaften ausgeführt werden dürfe; da aber die medizinische Fakultät dieser „medizinischen Kuriosität" ablehnend gegenüberstand, war damit ihr Todesurteil gesprochen. In Deutschland sind im Zusammenhang mit der Bluttransfusion die Namen von Kaufmann und Purmann, Major und Elsholz zu nennen; auch hier hemmten dauernde Mißerfolge die Weiterentwicklung.

Diese erste Epoche hatte aber immerhin die Technik der Transfusion weitgehend gefördert — ähneln doch Apparate und Methoden der neuesten Zeit den damals angewandten Instrumenten; jedoch bleiben die Gründe für die Mißerfolge in Dunkel gehüllt: die damalige Zeit kannte noch nicht die Gesetze der Transplantation lebenden Gewebes von einem Organismus auf den anderen, die Gesetze, die ja auch im großen und ganzen bei der Bluttransfusion Geltung haben.

Im ganzen 18. Jahrhundert hörte man nichts von der Bluttransfusion mit Ausnahme weniger Autoren, wie Johann Junker, Halle (1721) oder de la Chapelle, (1749) in Frankreich; aber diese wenigen Stimmen kamen nicht an gegen die Kämpfer wider die Transfusion.

Erst das 19. Jahrhundert brachte die Wiederaufnahme der Transfusion mit den Tierversuchen von Bichat, Prévost und Dumas.

Bichat stellte 1805 die belebende Wirkung venösen Blutes auf das schon zum Stillstand gekommene Herz fest. Prévost

und Dumas ließen 1821 Hunde ausbluten und brachten diese leblosen Hunde durch Einführung von defibriniertem Blute zum Leben. — Die erste Blutübertragung von Mensch zu Mensch nahm der Engländer James Blundell im Jahre 1824 vor, wozu er bereits eine Spritze verwandte. Dem Beispiele Blundell's folgten nun viele englische Ärzte, die gerade bei schweren Blutungen ihre Zuflucht zur Homoiotransfusion nahmen.

In Deutschland transfundierte 1828 Dieffenbach nach zahlreichen Tierversuchen Blut bei einem Tollwütigen und einem Cholerakranken. Er empfiehlt, wie auch Bischoff 1835 und Johannes Müller 1838, defibriniertes und erwärmtes Blut und führt den Erfolg der Bluttransfusion auf die roten Blutkörperchen zurück. — Weitere Versuche mit weiterer Indikationsstellung (Infektionskrankheiten, Cholera, Kohlenoxydvergiftungen, Septikaemie) knüpfen sich an die Namen von Traube, Moeller, Landois, Eulenburg, Neudorf, Esmarch, Hüter. In der Kriegschirurgie 1866 fand die Bluttransfusion viermal Anwendung, allerdings ohne Erfolg. Im deutsch-französischen Krieg 1870/71 wurden 37 Bluttransfusionen ausgeführt, von denen 13 mit Erfolg, 19 erfolglos waren; 5 Fälle sind nicht weiterverfolgt.

In den folgenden Jahren trat ein „Transfusionstaumel" (Landois) ein. Bei allen möglichen Krankheiten wurde Lammblut übertragen, z. B. bei Epilepsie, Eklampsie, Ohnmacht, Tetanus, Diabetes, Diphterie, Typhus u. a. m. (Köhler). Die Meinungen prallten aufeinander; der eine setzte sich für die Übertragung entfaserten Lammblutes ein, ein anderer war für die Überleitung von Vollblut, ein dritter lehnte jede Übertragung von Tier zu Mensch ab, wieder ein anderer zieht diese Art vor. Die heute als unheilverkündend erkannten Transfusionserscheinungen, wie: hochgradige Atemnot, Schüttelfrost, Haematurie, wurden als günstige Vorzeichen und als heilsam erachtet. 1874 wird zum ersten Male auf einem deutschen Chirurgentag ein Referat über Bluttransfusion gehalten — aber der Zeitpunkt war bereits ungünstig geworden. Die meisten deutschen Chirurgen waren durch die dauernden Mißerfolge abgeschreckt worden; nur wenige (Küster, Hasse) traten noch für die Bluttransfusion ein.

1875 erscheint das Buch des Greifswalder Physiologen Landois, der in seinen Ausführungen der Tierbluttransfusion das Todesurteil spricht, aber auch gleichzeitig die Grundlage für eine erfolgreiche Transfusion legte (Bier). Blutübertragungen und die Versuche daran, wurden spärlicher, und die gerade im Jahre 1875 und später in sehr großem Ansehen stehende Infusion der sog. physiologischen Kochsalzlösung machte scheinbar jede Blutübertragung überflüssig, da man als Todesursache lediglich das Leerlaufen des Herzens verantwortlich machte (Goltz). v. Bergmann bezeichnete 1883 die Bluttransfusion als einen „phan-

tastisch der wissenschaftlichen Erforschung der Blutphysiologie vorausgeeilten Versuch“ und er erklärte, daß nur eine Transfusion sich vielleicht rechtfertigen ließe: „die Überführung des Blutes aus der Arterie eines Menschen in die Vene eines anderen“. Die Bluttransfusion geriet fast in Vergessenheit und erreichte einen Tiefstand, der fast 25 Jahre anhielt, und noch 1906 schrieb Koehler: „Die Periode des Tiefstands wird eine dauernde sein, wenn es nicht gelingt, eine unschädliche und dabei doch leistungsfähige Art der Blutüberleitung ausfindig zu machen“.

In der nun einsetzenden dritten Epoche trat die Transfusion ihren Siegeslauf an, und Forscher, wie Landsteiner, Moß, Dungern, Hirschfeld, Lewissohn, Crile, Carrel, Hustiin, Freund, Hotz, Jansky u. a. haben sich sehr verdient gemacht; auf die Erfolge dieser Männer werde ich in meinen weiteren Ausführungen zurückkommen. Durch die technischen Errungenschaften auf dem Gebiete der Gefäßchirurgie, durch Aufdeckung und Erkenntnis der sich bei der Bluttransfusion abspielenden Vorgänge, durch Fortschritte auf serologischem Gebiete, durch Auffindung der Gruppeneinteilung und Gruppenbesonderheiten, durch Entdeckung neuer, brauchbarer Übertragungsmethoden, wurde die Blutüberpflanzung derart vervollkommnet, daß sie als therapeutische Maßnahme nicht mehr verschwinden wird.

Grundlagen der Bluttransfusion.

Die vielen unglücklichen Zufälle, die die Entwicklung der Bluttransfusion immer und immer wieder hemmten, spornten gegen Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts die Wissenschaftler zu neuen Versuchen und Studien an, und heute kennen wir die Ursachen der Erfolge und Mißerfolge der Blutüberleitungen vergangener Zeiten. Schon die ersten Bluttransfusionen ließen erkennen, daß es nicht einerlei war, ob man Tier- oder Menschenblut einem Menschen übertrug, ob man heteroplastische oder homoioplastische Transfusion machte. Blundell, Dieffenbach, Bischoff, Müller machten die homoioplastische Transfusion mit defibriniertem Blut; Mittler, Giselliius, Hasse, Küster übertrugen Lammblut. Die Tierbluttransfusion hatte endgültig ihre Berechtigung verloren, als Landois 1875 nachwies, daß tierische Sera die roten Blutkörperchen einer anderen Blutart zusammenballen und auflösen.

Im Jahre 1901 erkannte Landsteiner die physiologische Natur der gruppen-spezifischen Substanzen, und diese Erkenntnis bildet die Grundlage der Blutgruppenforschung, die für die Bluttransfusion von weittragender Bedeutung ist. Landstei-

ner führte den Nachweis, daß auch im nichtvorbehandelten menschlichen Serum agglutinierende und hämolisierende Substanzen vorkommen, daß also Haemolyse und Agglutination physiologische Bluteigenschaften sind, die von Erkrankungen immer unabhängig als charakteristische Eigentümlichkeiten der einzelnen Personen anzusehen sind. In ausgedehnten Untersuchungen menschlicher Sera stellte Landsteiner fest, daß sich die untersuchten Sera in drei Gruppen einordnen ließen:

Gruppe I: Das Serum dieser Gruppe agglutiniert die roten Blutkörperchen der Gruppe II und III; die Sera der Gruppe II und III agglutinieren die roten Blutkörperchen der Gruppe I nicht.

Gruppe II: Das Serum der Gruppe II agglutiniert nur die roten Blutkörperchen der Gruppe III; die Sera der Gruppen I und III agglutinieren die roten Blutkörperchen der Gruppe II.

Gruppe III: Das Serum der Gruppe III agglutiniert nur die Blutkörperchen der Gruppe II; die Sera der Gruppen I und II agglutinieren die roten Blutkörperchen der Gruppe III.

Die Schüler Landsteiner's: Decastello und Sturli, stellten Abweichungen von dieser Regel fest; Jansky und Moß erkannten, daß in diesen Abweichungen eine vierte physiologische Blutgruppe vorläge. Beide führten ebenfalls römische Zahlen für die Gruppen ein, nur mit dem Unterschied, daß Jansky die neuentdeckte Blutgruppe mit der Ziffer IV belegte, während Moß diese Gruppe mit I benannte. Diese Doppelbenennung hat in der Literatur großen Wirrwar verursacht, der erst damit beseitigt wurde, als Dungern und Hirschfeld[1]) die vier Gruppen mit großen Buchstaben benannten, eine Bezeichnung, die 1921 von der Hygienekommission des Völkerbundes übernommen wurde und heute ausschließlich gebraucht wird.

Gruppeneinteilung:

Dungern	Jansky	Moss	Landsteiner
O	I	IV	I
A	II	II	II
B	III	III	III
AB	IV	I	—

Diese Einteilung beruht auf den zwei Agglutinationseigenschaften der Blutkörperchen, nämlich A und B. Die roten Blutkörper-

1) Dungern und Hirschfeld zeigten durch ihre Untersuchungen in Heidelberg, daß die Agglutinierbarkeit der roten Blutkörperchen ein erbliches Merkmal darstellt, das entsprechend den Mendel'schen Regeln aufgespalten wird.

chen der Gruppe A besitzen die Eigenschaft A, die der Gruppe B die Eigenschaft B, die der Gruppe O weder A noch B, die der Gruppe AB A und B zusammen. Ferner sind im Blut zwei Agglutinine enthalten, und zwar das A = ballende Agglutinin α und das B = ballende Agglutinin β. Das Serumagglutinin α kann normalerweise nicht neben der Blutkörpercheneigenschaft A, wohl aber neben O und B, β nicht neben B, dagegen neben O und A vorkommen; denn eine Autoagglutination durch das eigene Serum gibt es im allgemeinen nicht. Die vollständige Formel für die vier Gruppen ist demnach folgende: O = O α β, A = A β, B = B α, AB = AB_0.

Haemolysine sind Antikörper, ungesättigte, frei im Blute zirkulierende Rezeptoren, Amborezeptoren mit zwei Haftgruppen, die eine für die haptophore Gruppe der Erythrocyten, die andere für die von geeigneten Fermenten. Sie verankern so die Erythrocyten und die passenden Fermente zur Auflösung der ersteren; allein sind sie nicht fähig, eine Auflösung herbeizuführen. Die frei im Blute kreisenden Fermente, die Komplemente, äußerst thermolabile Eiweißprodukte (Albumine und Globuline) kolloidchemischer Struktur werden in Milz, Knochenmark und Lymphdrüsen gebildet. Die Komplemente wirken vorzugsweise auflösend, und die Amborezeptoren sind das Bindeglied für die Erythrocyten und Komplemente, indem sie die Wirkung des Komplements auf die Erythrocyten übertragen.

Agglutinine sind ebenfalls im Blut kreisende, ungesättigte, aber gegen Hitze widerstandsfähige Rezeptoren mit einer haptophoren Gruppe, die eine Bindung mit der agglutinablen Substanz der roten Blutkörperchen eingeht, ferner mit einer agglutinophoren Funktionsgruppe, die fermentartig wirkt und die Zusammenballung verursacht; die Agglutinine sind kolloidchemischer Struktur.

Die Gruppen haben nun folgende Charakteristik:

Gruppe O: (O α β) O hat im Plasma (Serum) die Agglutinine oder agglutinierenden Substanzen α und β, aber keine agglutinable Substanz (auch Rezeptor oder Agglutinogen genannt). Die roten Blutkörperchen der Gruppe O werden von keinem anderen Serum agglutiniert, während das Serum der Gruppe O die roten Blutkörperchen aller anderen Gruppen zusammenballt.

Gruppe A: (A = A β) A hat im Serum das Agglutinin β und das Agglutinogen A. Die Erythrocyten dieser Gruppe werden also von Gruppe B und O agglutiniert, das Serum der Gruppe A agglutiniert die roten Blutkörperchen der Gruppe B und AB.

Gruppe B: (B = B α) B hat im Serum das Agglutinin α und das Agglutinogen B. Die Erythrocyten der Gruppe B werden

demnach von dem Serum der Gruppe A und O agglutiniert; das Serum B ballt zusammen die Erythrocyten der Gruppe A und AB.

Gruppe AB: (AB_0) AB hat keine Agglutinine, sondern nur die Agglutinogene A und B. Die Erythrocyten der Gruppe AB werden daher von der Sera sämtlicher anderen Gruppen agglutiniert, das Serum von AB agglutiniert nicht.

Erythrocyten der Gruppe:

		O	A	B	AB
Serum	O	⊙	+	+	+
der	A	○	⊙	+	+
Gruppe	B	○	+	○	+
	AB	⊙	○	⊙	○

(+ = Agglutination, ○ = keine Agglutination).

Dieses Schema berücksichtigt aber nur die Agglutination, nicht die Haemolyse; für die Bluttransfusion ist nun aber die Haemolyse von derselben, wenn nicht von ausschlaggebender Bedeutung; denn die Gefahren einer Bluttransfusion, soweit sie die Unverträglichkeit des Blutes zu dem Blute eines anderen betreffen, sind nicht allein durch die Agglutination, sondern mehr noch durch die Haemolyse bedingt. „Bei der serologischen Vorprobe ist die Agglutination am wichtigsten, beim biologischen Geschehen aber regiert die Haemolyse" (Öhlecker). Die Haemolyse hat aber zur Vorbedingung die vorausgegangene Agglutination (Clairmont, Landsteiner, Nather, Moß, Ochsner). Ein Serum, das Haemolysin enthält, wirkt immer agglutinierend; abweichende Angaben dürften darauf beruhen, daß eine kräftige Isolysereaktion die Agglutination verdeckt (Schiff). Ein Spender ist jedenfalls dann unbedenklich, wenn bei Untersuchung in vitro zwischen ihm und Empfänger jede Agglutination unterbleibt. Es genügt also, um die „Verträglichkeit" des Blutes festzustellen, die Probe auf Agglutination; es braucht nicht auch noch auf Haemolyse untersucht zu werden. (Moß hält die Haemolyse für eine zwangsläufige Folge der Agglutination.)

Folgende Frage ist ferner für die Bluttransfusion von großer Wichtigkeit: Wie wirkt das gespendete Serum beim Empfänger?

Hempel vertritt den Standpunkt, daß die geringe Menge des gespendeten Serums — das also Agglutinine enthält — auf die Erythrocyten des Empfängers keine schadenstiftende Reaktion hat, da es schnell von der großen Menge des Empfängerblutes verdünnt wird.

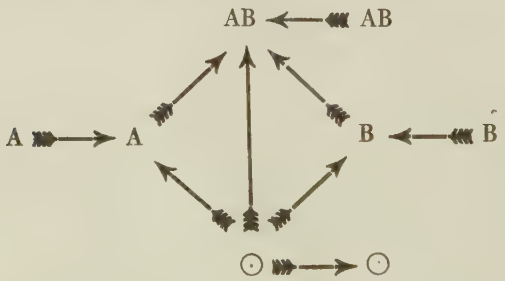
Demnach sind also nach Hempel die Agglutinine belanglos für die Bluttransfusion.

Jedoch kann das gespendete Serum immerhin die Erythrocyten des Empfängers schädigen, wenn der Empfänger so ausgeblutet ist, daß die Verdünnung nicht mehr in dem Maße eintritt, wie sie zur völligen Unschädlichmachung notwendig ist (Beck, Bürkle de la Camp, Clairmont, Jagic, Majanz, Schiff). Dieser Fall kann aber auch da eintreten, wo die Blutkörperchen des Kranken an sich schon minderwertig und leichter der Haemolyse zugänglich sind. Wildeganz empfiehlt, bei stark ausgebluteten Menschen und bei anderen primären und sekundären Anämien nicht das Blut eines Universalspenders zu benutzen.

Kubanyi fordert, das zwischen dem Agglutinationstiter des Spenders und des Empfängers keine extreme Differenz bestehen darf.

Auf Grund der Blutgruppenuntersuchungen war es nun möglich geworden, den geeigneten Spender zu finden, dessen Blut mit dem Blut des Empfängers verträglich war; es kann als Spender für einen bestimmten Empfänger der in Frage kommen, dessen Erythrocyten von dem Serum des Empfängers nicht agglutiniert werden:

Für die Gruppe O nur die Gruppe O,
für die Gruppe A nur die Gruppen O und A,
für die Gruppe B nur die Gruppen O und B,
für die Gruppe AB nur die Gruppen O, A und B.



Aus diesem „Agglutinationsschema" ist zu sehen, daß jede Gruppe sich selbst spendet, daß die Gruppe AB von jeder anderen Gruppe Blut empfangen kann und daß die Gruppe O allen anderen Gruppen spendet; man prägte für AB den Namen Universalempfänger und für die Gruppe O die Bezeichnung Universalspender.

Heute hat dieses Transfusionsschema nicht mehr seine volle Berechtigung, da man, durch mehrere unglückliche Zufälle gewarnt und durch weitere Untersuchungen belehrt, nicht mehr gruppenstimmige, sondern gruppengleiche Spender bevorzugt.

Blutgruppenbestimmung.

Da man gefunden hatte, welche Bluttypen sich miteinander „vertrugen", galt es, Methoden zur schnellen und sicheren Blutgruppenbestimmung zu finden.

Die Technik der Blutgruppenuntersuchung kann zwei verschiedene Wege gehen:

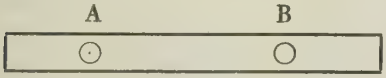
1. Man prüft mit Hilfe bekannter Testsera mit den Eigenschaften α und β die unbekannten Blutkörpereigenschaften, oder

2. man kehrt das Verfahren um und prüft mit bekannten Erythrocyteneigenschaften unbekannte Sera.

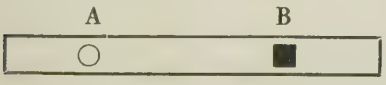
Die Blutgruppenbestimmung mit Hilfe bekannter Testsera ist heute das gebräuchlichste Verfahren, das auch jeden am schnellsten zum Ziele führt. Man hat gefunden, daß nur die Testsera A und B in Frage kommen, da das Testserum O α- und β-Eigenschaften besitzt und Testserum AB keine dieser Eigenschaften; mit Testserum O und AB wäre also keine unterscheidende Bestimmung möglich; jedoch kann, wie B e ck fordert, zur Sicherung zu A und B auch noch Testserum O verwandt werden. Während man früher die Testsera je nach Bedarf selbst herstellte, sind heute fabrikmäßig hergestellte Testsera vorrätig (Haemotest, Sanguitest). Serum A wird in weißen, Serum B in braunen Röhrchen aufbewahrt. Diese serienmäßig hergestellten Sera dürfen in ihrer Reaktion nicht veränderlich sein; sie müssen steril, stark agglutinierend sein, müssen von gesunden Menschen stammen und dürfen nicht gemischt sein.

Am einfachsten, dabei sicher und brauchbar, ist die Blutgruppenbestimmung nach M o ß, für deren Ausführung nur Schnepper, zwei Objektträger und Testserum A und B erforderlich sind:

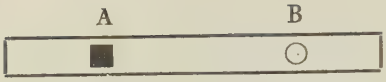
Man bringt auf einen Objektträger je einen Tropfen Testserum A und B (getrennt voneinander), entnimmt dann aus dem Ohrläppchen jedesmal mit einer anderen Ecke des zweiten Objektträgers je einen Tropfen Blut und bringt ihn mit A und B zusammen; eine Uebertragung oder Berührung von A und B ist dabei streng verboten. Unter leichtem Hin- und Herbewegen tritt dann die Agglutination der roten Blutkörperchen ein oder sie bleibt aus, und je nach dem entstandenen Bilde ist die Gruppe festzulegen:



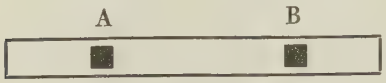
Es ist keine Agglutination eingetreten; also gehört das zu untersuchende Blut der Gruppe ⊙ an.



Das untersuchte Blut gehört der Gruppe A an.



Das untersuchte Blut gehört der Gruppe B an.



Das untersuchte Blut gehört der Gruppe AB an.

■ = Agglutination, ○ = keine Agglutination.

Die Klümpchenbildung ist makroskopisch zu erkennen und erfolgt innerhalb fünf Minuten; ist die Reaktion negativ, so sind die roten Blutkörperchen homogen im Tropfen verteilt. Eine Pseudoagglutination, zu der es ab und zu schon einmal kommen kann und auf deren Bedeutung ich später noch zu sprechen komme, verschwindet bei weiterem Schütteln, während die echte Agglutination bestehen bleibt.

Beck benutzte zur Blutgruppenbestimmung neben Testsera A und B auch noch Testserum O. Das Verfahren ist genau so wie die Moß'sche Probe; nur soll das Vorhandensein von Testserum O Sicherheit verbürgen und als Kontrolle dienen.

Schiff stellte seine Probe mit Reagenzgläsern (Blutröhrchen) an, in die er 0,1 ccm Testserum A und B, jedes für sich, füllt; hinzu fügt er 0,2 ccm einer Erythrocytenaufschwemmung (in 0,9prozentiger Kochsalzlösung, die Natriumzitrat enthält); dann schüttelt er und zentrifugiert zwei Minuten. Bei positivem Ausfall finden sich die roten Blutkörperchen in Klumpen als Bodensatz und bleiben beim Aufschütteln als Klümpchen erhalten, während sich beim negativen Ausfall die roten Blutkörperchen dann gleichmäßig verteilen.

Während die mittelbare Prüfung mit Testserum die Blutgruppe feststellt, suchen die unmittelbaren, serologischen Prüfungen durch Kreuzung von Serum und Erythrocyten des in Frage kommenden Spenders und Empfängers die Verträglichkeit festzustellen.

An erster Stelle ist Nürnberger's Dreitropfenmethode zu nennen:

Auf einen Objektträger bringt man einen Tropfen 10prozentiger Natriumzitratlösung und setzt zu einen Tropfen Blut des Empfängers und des als Spender Ausersehenen hinzu. Die Probe ist positiv, wenn Flocken auftreten, negativ, wenn der Tropfen homogen bleibt. Da aber bei dieser Probe Blut des Spenders und des Empfängers zusammenkommen, bleibt der Tropfen nur dann homogen, wenn weder das Empfängerserum die Erythrocyten des Spenders, noch das Spenderserum die roten Blutkörperchen des Empfängers agglutiniert, was bei Gruppengleichheit der Fall ist; es wird nicht angezeigt, welches Serum die Haemagglutination bedingt.

Bei der Viertropfenmethode von Mandelstamm wird ein Tropfen Empfängerblut auf dem Objektträger mit einem Tropfen Aqua destillata zusammengebracht: es tritt Haemolyse ein; dann füllt man einen Tropfen 5prozentiger Natriumzitratlösung dazu, mischt mit einem Glasstäbchen und fügt dann Spenderblut hinzu; bleibt dieses Gemisch drei Minuten homogen, so ist keine Agglutination vorhanden, und der Spender ist zur Transfusion geeignet.

Kubanyi bringt 4—5 ccm Empfängerblut in ein steriles Zentrifugenglas und läßt es sich absetzen; dem so gewonnenen Serum wird ein Tropfen Spenderblut zugesetzt. Tritt keine Agglutination ein, so kann das Blut zum Spenden gebraucht werden.

Es sind noch eine ganze Reihe anderer Proben angegeben worden (Host, Opitz), die aber mehr oder weniger Abänderungen der vorgenannten Proben sind.

Diesen serologischen Untersuchungen steht gegenüber die biologische Vorprobe Öhlecker's, der sie schon vor Einführung serologischer Untersuchungen in Deutschland bei der Ausführung der Bluttransfusion anwandte und heute noch als unbedingt notwendig neben Moß fordert. Über Ausführung und Wirkung schreibt Öhlecker selbst:

„Bei der ersten Spritze, mit der wir dem Empfänger Blut zuführen, saugen wir nicht 50 ccm, sondern etwa nur 10 ccm oder weniger, an und spritzen diese ganz langsam dem Empfänger ein; dann spritzen wir Kochsalzlösung in den Apparat, so, daß die Glaskanülen wieder ganz klar sind und stellen den Hahn ab. Nun warten wir ruhig, wie der Patient auf die Injektion reagiert. Wenn in den nächsten 2—3 Minuten der Patient ruhig ist und keinerlei besondere Symptome bietet, so kann man ruhig die Transfusion fortführen. Zeigen sich aber in den ersten Minuten auffällige Symptome: plötzlich aufschießende Röte des Gesichtes mit nachfolgender livider Verfärbung, Unruhe, Stöhnen des Patienten, Brechneigung, Aussetzen des Pulses, so haben wir den seltenen Fall einer Haemolyse vor uns. Dieser Zustand geht schnell vorüber, und wenn wir nur 10 ccm eingespritzt haben, so werden wir niemals ein größeres Unheil angerichtet haben."

Die biologische Vorprobe ist nichts weiter als ein vorsichtiges Ausprobieren der Verträglichkeit und ist in physiologischer Hinsicht die beste Methode und allen anderen Methoden überlegen; denn „die Natur irrt sich nicht, und wer ihr einigermaßen zu lauschen vermag, der bemerkt in 1—2 Minuten beim Patienten die Symptome der Blutauflösung" (Oehlecker).

Mit der Oehlecker-Methode allein die Spenderauswahl zu treffen, ist nicht mehr angezeigt; auch Oehlecker selbst bestimmt zunächst die Blutgruppe serologisch. Kubanyi und Breitner lehnen die biologische Vorprobe ganz ab. Am besten ist der vermittelnde Standpunkt, der dadurch noch an Bedeutung

gewinnt, daß bei der serologischen Gruppenbestimmung Fehler unterlaufen können und daß auch das Leben manchmal anders einwirkt, als es sich auf dem Objektträger kundtut.

Clairmont, Haberer, Henschen, Kirschner, Klapp, König, Sonntag, Wildegans u. a. stellten die biologische Vorprobe an.

Die biologische Vorprobe wurde von Hustin dahingehend abgeändert, daß er zunächst 1 ccm, nach zwei Minuten 2 ccm, nach weiteren zwei Minuten wieder 4 ccm und so fort bis 50 ccm gibt. Diese Methode soll neben der Feststellung der Verträglichkeit des Blutes auch zur Immunisation des Empfängers dienen.

An der Chirurgischen Universitätsklinik zu Marburg (Lahn) wird die Moß'sche Probe und die biologische nach Oehlecker angewandt.

Bei der Moß'schen Probe wird das Blut an den aufgerauhten Ecken eines Objektträgers mit dem Serum A und B auf einem anderen Objektträger zusammengebracht. Dieser Objektträger ist, wie folgende Abbildung zeigt, gekennzeichnet:

Jeder Patient, bei dem eine Bluttransfusion nötig zu werden scheint, wird auf seine Blutgruppe hin untersucht, die dann im Krankenblatt und auf der Fiebertabelle vermerkt wird.

Der Spender.

Die Tauglichkeit des Spenders für den Empfänger hängt nicht allein von der Verträglichkeit des Blutes ab, sondern auch vom allgemeinen Zustand des Spenders.

Hempel hat folgenden Satz geprägt: „Als Spender kommt jedes kräftige Individuum in Betracht, dessen Vorgeschichte und Befund uns die Sicherheit für das Vorhandensein von gesundem Blut gibt." Der Spender muß frei von übertragbaren Erkrankungen, Syphilis, Malaria, Tuberkulose sein.

Wildegans berichtet in einer Zusammenstellung von 10 Fällen, wo Syphilis durch Bluttransfusion übertragen wurde. Die Transfusionssyphilis wird als „Syphilis d'emblée" ohne Primärerscheinungen nach 1—2 Monaten bemerkbar.

Oehlecker berichtet von einem Fall, wo nach der Bluttransfusion sowohl beim Empfänger als auch beim Spender Malaria auftrat, obwohl die Malaria beim Spender seit 2½ Jahren keine

Erscheinungen gemacht hatte. — Mannigfache andere Infektionsmöglichkeiten sind auszuschalten: Morbilli, Diphterie, Angina, Grippe, Typhus.

Wildegans empfiehlt Polycythaemiker als die von der Natur bereitgestellten Spender, da neben den relativ hohen Erythrocyten- und Haemoglobinmengen auch eine Plethora vera besteht.

Zunächst hatte man angenommen, daß Verwandtenblut für die Bluttransfusion von größerem Nutzen sei; das ist aber nicht der Fall. Wohl wird man aus der Reihe von Verwandten leichter irgend jemand zur Transfusion heranziehen können.

In größeren Kliniken wird es heute so gehandhabt, daß Studenten, Angehörige der SA., SS. und anderer Formationen im Voraus untersucht und im gegebenen Falle als Blutspender herangezogen werden. — In Amerika ist man zu Berufsspendern übergegangen. — In London wurde auf Veranlassung eines Arztes Oliver eine Organisation freiwilliger Spender gegründet, die dann vom Roten Kreuz übernommen wurde: British Red Cross Society, Blood-Transfusion Service, die im Jahre 1931 2078 Spender allein in London vermittelte. Ähnliche Organisationen bestehen heute in fast allen größeren Städten. Für alle diese Einrichtungen aber ist von Wichtigkeit die Feststellung, daß die Blutgruppe konstant ist und nicht durch Zeit, Alter, Krankheit, Medikamente beeinflußt wird. Es steht heute fest, daß die Blutgruppe bei jedem Menschen das Leben hindurch unveränderlich erhalten bleibt (Landsteiner, Decastello, Hirschfeld). Typhus, Malaria, Krebs, Tuberkulose ändern die Blutgruppe nicht. Medikamente, Röntgenbestrahlung, Galvanisation und Diathermie durchbrechen nicht das Gesetz der „Unwandelbarkeit" der Blutgruppen (Ashby, Hotz).

Vor der mehrfachen Verwendung eines Spenders bei wiederholten Bluttransfusionen wird gewarnt, da mit der Bildung von Antikörpern und mit dem Auftreten anaphylaktischer Erscheinungen zu rechnen ist (Hotz).

Die Marburger Klinik verwendet neuerdings als Spender am häufigsten Angehörige der SS., die sich freiwillig zur Verfügung stellen. Die Blutgruppen der SS.-Männer sind untersucht, die genaue Anschrift bekannt, desgleichen die Vorgeschichte der Männer, ärztliche Untersuchung ist durchgeführt und Wa-R angestellt. Bei Bedarf werden die in Frage kommenden Männer benachrichtigt und stehen in kurzer Zeit zur Verfügung.

Für die Zusammenstellung der Spenderliste ist das Vorkommen der einzelnen Blutgruppen von Wichtigkeit. Am häufigsten werden Spender der Gruppe O und A gebraucht, selten B und AB.

welch letztere nur rd. 20 Prozent der Bevölkerung ausmachen. In Deutschland stehen die Blutgruppen in folgendem Zahlenverhältnis: O : A : B : AB = 40 : 40 : 15 : 5.

Gefahren der Bluttransfusion.

Die hauptsächlichsten Gefahren bei der Bluttransfusion sind mechanischer, infektiöser und biologischer Art:

1. Embolie von Luft oder Gerinnsel,
2. Komplikation von seiten des Herzens und der Gefäße,
3. Infektion,
4. Agglutination und Haemolyse.

Bei sorgsamer Technik und guter Apparatur wird eine Embolie ausgeschaltet, desgleichen eine Infektion. Herz- und Gefäßstörungen geben von vornherein Kontraindikation. Die wichtigste Rolle spielen bei der Bluttransfusion Agglutination und Haemollyse. Trotz aller Vorsicht bei der Bestimmung der Gruppen und trotz biologischer Vorprobe kann es immer noch zu leichteren und schweren anaphylaktischen Reaktionen kommen, die für den Empfänger bedrohlich werden können.

Wildegans unterscheidet

1. vermeidbare Fehlerquellen,
2. unvermeidbare, d. h. nicht vorauszusehende Gefahrenquellen.

Vermeidbare Fehler sind z. B. die, die durch einen Irrtum des Untersuchers hervorgerufen sind, durch falsche Deutung der Agglutination (Pseudagglutination), durch fehlerhafte Technik, durch Verwechslung.

Nicht vorauszusehende Gefahrenquellen aber sind die, die auf Untergruppen, Kälteagglutininen und anderen Rezeptoren, die manchmal zu Agglutination und Haemolyse beitragen, ferner auf Veränderungen der kolloidchemischen Struktur beruhen, und die man durch gewisse Vorsichtsmaßregeln fast gänzlich ausschließen kann.

Da ist zunächst einmal das Vorhandensein von sogenannten Untergruppen A_1 und A_2 zu erwähnen, die praktische Bedeutung haben können und die man serologisch als Untergruppen einer serologischen Einheit hinstellen kann. Die beiden A-Gruppen sind ebenfalls mit einem α-bindenden Rezeptor oder Agglutinin ausgestattet und sind im Anti-A-Serum der Gruppe O und B agglutinierbar; jedoch unterscheiden sie sich durch quantitativ verschiedene Bindungsfähigkeiten gegenüber Anti-A-Agglutinogen. A_1 ist bedeutend stärker als A_2. Daß gerade in der A-Gruppe die Häufung von Transfusionsschäden besonders hoch ist, hat allgemeine Beach-

tung gefunden und wird auf oben erwähnte Untergruppen zurückgeführt.

Um die Möglichkeit des Zusammentreffens unstimmiger Untergruppen, was bei der Moß'schen Probe nicht erkannt werden kann, zu vermeiden oder auf das Mindestmaß auszuschließen, ist die Verwendung nur gruppengleicher Spender gefordert worden.

Aber auch in den anderen Gruppen sind gelegentlich trotz genauer Prüfung und trotz biologischer Vorprobe Störungen vorgekommen. Bei der isolierten Prüfung unbekannter Erythrocyten gegenüber zwei bekannten Testsera, Anti-A oder α (einfach Serum A) und Anti-B oder β (Serum B), ist es verständlich, daß jedes Individuum einer der vier Gruppen zugeteilt werden konnte. Bei der Kombination der Untersuchung mit bekannten Testsera und bekannten Erythrocyteneigenschaften traten Abweichungen ein, sogenannte abnorme Gruppen (Bürkle de la Camp), defekte Typen (Rüdel), defekte Gruppen, die man nicht als neue Gruppen beiordnen konnte, sondern sie unterordnete: z. B. A_0, Fehlen eines Isoantistoffes oder eines Rezeptors berechtigt nicht B_0, O_0, $O\alpha O\beta$ nach der Forderung Thomsens: „Das einfache zur Aufstellung neuer Gruppen."

Eine andere Gruppe von „Abweichungen" ist charakterisiert durch das Auftreten von accessorischen Agglutininen, die man als „Kälteagglutinine" bezeichnet. Normalerweise agglutinieren diese Agglutinine, die sich mehr oder weniger im Serum so gut wie aller Individuen finden, um 0°, nach Wildegans 0°—15°, seltener bei höherer Temperatur. Dieses Kälteagglutinin kann nun so kräftig sein, daß es noch bei Zimmertemperatur (18°—20°) wirksam ist; gelegentlich können nach Bürkle de la Camp Kälteagglutinine so stark wirken, daß es zur Panagglutination, ja sogar Autoagglutination kommen kann. Das Kälteagglutinin ruft echte Agglutination, keine Pseudoagglutination, hervor. Letztere ist bedingt durch eine im eigenen Plasma in größerem und geringerem Maße auftretende Senkungsgeschwindigkeit. Auch Bakterien können Pseudoagglutination, Geldrollenbildung, hervorrufen. Pseudoagglutination schwindet bei Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung; echte Agglutination — auch die Agglutination durch Kälteagglutinin, nicht.

Das „Thomsen'sche Phänomen" ruft echte Agglutination hervor. Thomsen stellte 1926 fest, daß eine Probe Erythrocyten innerhalb 24 Stunden ihre Gruppenzugehörigkeit wechselte: von O zu AB. Spätere Untersuchungen des Spenders ergaben jedoch dauernd Blutgruppe O. Das Blut hatte bloß innerhalb 24 Stunden eine veränderte Agglutinabilität angenommen, es hatte während dieser Zeit einen anderen spezifischen Blutkörperchen-Rezeptor gebildet. Wildegans gibt an, daß das Serum der Personen, die das Thomsen'sche Phänomen zeigen, die Erythro-

cyten sämtlicher Blutgruppen, auch die eigenen, agglutiniert diese Agglutination schwindet bei 37° und unterscheidet sich so von der echten Isoagglutination; das Phänomen ist vermutlich in der Regel durch bakterielle Verunreinigungen des untersuchten Blutes bedingt und wird meist nur bei länger als zwei Tage aufbewahrtem Blut beobachtet.

Schiff empfiehlt in allen Krankheitsfällen, wo mit einer bakteriellen Infektion des zu untersuchenden Blutes gerechnet werden muß, die Blutprobe bei 37° im Brutschrank anzustellen und nach 1—2 Stunden abzulesen. Dadurch werden alle Fehler infolge fälschlich positiver Ablesungen sicher vermieden.

Ferner sind serologische Gruppensubstanzen im menschlichen Blute vorhanden, die nur mit tierischen Immunsera bestimmt werden können und keine spezifischen Antikörper im Menschenblute haben: die Faktoren M, N und P; sie stören die Gruppenprobe nicht, spielen aber eine Rolle bei wiederholten Transfusionen, da das Blut des Empfängers spezifische, gegen M, N und P gerichtete Antikörper bildet, die eventuell zu Schädigungen führen können.

Transfusionsreaktionen beruhen aber nicht nur auf den obengenannten Agglutinationsveränderungen, sondern mit großer Wahrscheinlichkeit liegt auch ein Grund im hohen Agglutinationstiter des Spenderserums bei nicht gruppengleicher Transfusion. Belanglos ist der hohe Agglutinationstiter nicht mehr bei stark ausgebluteten oder sekundär anämischen Kranken; denn dann ist es immerhin möglich, daß das gespendete Blut die Oberhand bekommt (Wildegans) und — nach dem Gesetz der Masse — das eingeführte Serum eines gruppenstimmigen, aber nicht gruppengleichen Spenders zur Agglutination und Haemolyse in immerhin schädigender Weise Veranlassung geben kann.

Nach Breitner liegt eine Schädigung des Empfängers dann im Bereich der Möglichkeit, wenn der Titer des Spenderserums so hoch ist, daß er durch die Verdünnung nicht auf ein völlig indifferentes Niveau herabgedrückt wird.

Hesse hält die Verwendung eines Universalspenders, der einen hohen Agglutinationstiter hat: 1 : 32, oder sogar 1 : 128 oder 1 : 256, sogenannte gefährliche Titer, für eine große Gefahr für den Empfänger; erfahrungsgemäß besteht bei einem Titer von 1 : 16 keine Gefahr. Ganz besonders gefährdet sind Angehörige der Gruppe A.

Hesse verwendet nur ausnahmsweise in dringenden Fällen Universalspenderblut; aber auch dann nur, wenn nicht mehr als 200 ccm übergeleitet werden und der Empfänger nicht weniger als 2 000 000 Erythrocyten hat. — Görl konnte in Agglutinationsversuchen auf dem Objektträger mit Vollblut und fallenden Verdünnungen hochwertigen Serums nachweisen, daß bei Transfusion von mehr als $^1/_6$ der Gesamtblutmenge des Empfängers Vorsicht

geboten ist, wenn das Spenderserum einen hohen Agglutinationstiter zu den roten Blutkörperchen hat.

Abgelagerte Testsera sind ebenfalls Ursachen für einen Teil der Schädigungen (Bürkle de la Camp). Erste Forderung ist, daß die für den Gebrauch der Testsera festgesetzte Zeit innegehalten wird. Haemotestsera können abgeschwächt oder unwirksam geworden sein.

Sachs legt große Bedeutung Veränderungen der physikochemischen Struktur, Kolloidalität, der Blutflüssigkeit bei, bei der von vorneherein immer schon gewisse Unterschiede beständen. Bei schweren Erkrankungen, insbesondere aber bei Infektionskrankheiten, sei die Kolloidlabilität erheblich gesteigert, und es könnten, da das Spenderblut ja immer von einem gesunden Individuum stamme und stammen solle, bei der Überleitung Blutflüssigkeiten verschiedenen Charakters aufeinanderprallen.

Transfusionsreaktionen.

Leichtere Transfusionsschäden sind: Schüttelfrost, leichter Temperaturanstieg, ab und zu urticaria-ähnliche Hautveränderungen (Oehlecker). Diese Serum-Erscheinungen, die wenig vorkommen, sind harmlos und vorübergehender Natur, haben mit Haemolyse nichts zu tun und beeinträchtigen nicht den Wert einer Transfusion. Sie beruhen nach Hotz auf einer giftigen Wirkung des körperfremden Eiweißes auf Herz- und Atemzentrum in der Medulla oblongata.

Nach Hempel handelt es sich um rein mechanische Wirkungen auf das Herz, das sich erst an die größere Arbeit gewöhnen muß, oder auch um mechanische Läsionen der Blutplättchen, durch die es zu Thrombogen- und Thrombenbildung kommt.

Haberland hält leichte Temperatursteigerung für ein günstiges Zeichen. Filatov macht für diese leichten Erscheinungen nicht nur Verwendung eines Universalspenders, Nichtberücksichtigung der Untergruppen und des Agglutinationstiters verantwortlich, sondern auch Ursachen technischer Art; er fordert sorgfältige Reinigung der gesamten Transfussionsapparatur, Vermeidung jeder Blutgerinnung, peinlichste Asepsis, Verwendung von durchaus einwandfreiem, destilliertem Wasser zur Herstellung der Transfusionslösung.

Nach Wildegans sind die Eiweißüberempfindlichkeitsreaktionen daraus zu erklären, daß das Bluteiweiß eines jeden Menschen von dem eines anderen sich unterscheidet. Diese Differenzen sind unabhängig von Agglutination und Haemolyse und lassen sich als individuelle Idiosynkrasien gewöhnlich erst am Effekt erkennen. Von einem anaphylaktischen oder anaphylaxieähnlichen Zustand darf erst dann gesprochen werden, wenn Agglutination und haemolytische Vorgänge mit Sicherheit ausgeschlossen sind.

Besonders empfindlich für „Transfusionsreize“ sind Kranke mit schweren Infektionen und Blutkrankheiten, mit Haemophilie und vor allem mit haemolytischem Ikterus (B ü r k l e d e l a C a m p).

Die schwersten Reaktionen treten bei Überleitung unstimmigen Blutes auf; schwere Transfusionserscheinungen bei gruppengleichen Spendern gehören zu den allergrößten Seltenheiten S c h i f f). Diese schweren Transfusionsschäden bestehen teils in einem akuten, nach 1—2 Minuten auftretendem Kollaps, teils in stürmischen, fieberhaften Allgemeinerscheinungen nach einer halben Stunde und mehr (S c h u l t z).

O e h l e c k e r deutet Spätreaktionen, die an dem nach der Bluttransfusion folgenden 1. und 2. Tage sich einstellen, nicht mehr als Erscheinungen der Haemolyse, sondern als Serumwirkungen: eine Wechselwirkung des kranken und des gesunden Organismus. W i l d e g a n s spricht von einer akuten und verzögerten haemolytischen Krise.

H e m p e l sagt: Die klinischen Zeichen der echten Unverträglichkeit der Blutarten miteinander sind m e i s t u n m i t t e l b a r bei der Blutüberleitung auftretende motorische Unruhe, Atemnot, Hitzegefühl, Brechreiz, Pulsirregularität, Beschleunigung — aber auch Verlangsamung, Änderung des Blutdrucks, Schwindel, Schweißausbruch, Kreuzschmerzen, die auf Nierenembolien zurückgeführt werden. Diese Störungen beruhen auf Überempfindlichkeit gegenüber dem einverleibten körperfremden, wenn auch artgleichen Serum. Diese schweren Reaktionen dürfen nicht verwechselt werden mit den leichten Reaktionen beim Einströmen des „Spenderblutes“ in den Körper, bei dem Agglutination und Haemolyse keine Rolle spielen.

Nach O e h l e c k e r treten nach Überführung unstimmigen Blutes innerhalb von 1—2 Minuten schockartige, kollapsähnliche Reaktionen auf mit all den eben angegebenen Symptomen. Haemoglobin-Urie tritt erst auf, wenn mehr als 80 ccm — nach W i l d e g a n s mehr als $^1/_{60}$ der Gesamtblutmenge: etwa 50 bis 80 ccm — transfundiert und gelöst sind, da zunächst die Leber das Haemoglobin aufnimmt, und die Nieren es erst nach einer gewissen Menge ausscheiden. O e h l e c k e r, der vor Einführung der serologischen Untersuchungen mit seiner biologischen Probe direkt auf Verträglichkeit prüfte, schildert den Haemolysefall folgendermaßen: „Liegt die gefährliche Kombination vor, tritt also Haemolyse ein, so bemerken wir, wie der Kranke nach etwa einer oder eineinhalb Minuten unruhig wird, tief atmet, stöhnt, über Beklemmungen — vielleicht auch über Schmerzen im Kreuz oder in der Magengegend klagt, wie sich gar Erbrechen einstellt, wie vor allem der Puls, der von Anfang an gut beobachtet wurde, schwächer wird oder in der Peripherie verschwindet. Oft sehen wir auch ein eigentümliches Wechseln der Farbe: die blassen

Patienten werden plötzlich auffällig rot; diese Farbe schlägt aber sehr bald in eine graublasse Farbe um. Oder: die Patienten werden beim Eintreten in die alarmierenden Symptome sofort schlecht aussehend und noch fahler und blasser, soweit es bei den vorliegenden Anaemien möglich ist. Diese kollapsartigen Symptome treten in verschiedenen Abstufungen auf, je nach dem Grade der Haemolyse, je nach der Menge des übergeführten Blutes, sowie der Schwere und Form der Erkrankung. Sie sind in der größten Mehrzahl aller Fälle so charakteristisch und oft so auffallend, daß jeder, mag er sie auch noch nie beobachtet haben, sie sofort erkennen wird.

In einem Falle fängt der Kranke nach 1—2 Minuten an, etwas zu klagen und unruhig zu werden, während der Puls sich nicht viel ändert.

In einem zweiten Falle klagt der Patient auch noch über Kreuzschmerzen; der Puls ist erheblich schwächer geworden.

In einem dritten Falle kann der Zustand besorgniserregend werden: der Puls ist weg, ja, der Patient wird bewußtlos.

Es stellen sich also alle Stufen eines Kollapses mit Sinken des Blutdruckes ein. Die Patienten pflegen sich, wenn nicht zu viel Blut übergeführt ist, meist sehr bald wieder zu erholen, sind wieder ruhig und zeigen meist dasselbe Verhalten wie vorher. — Oft aber auch ist der Verlauf tödlich, vor allem, wenn größere Mengen unstimmigen Blutes übertragen sind."

Die eigentlichen Todesursachen sind wohl die, daß es durch Zerstörung der artfremden Substanzen zu Insuffizienzerscheinungen der damit belasteten Organe, Herz, Gefäße, Leber, Niere, kommt. Oligurie und Anurie stehen dabei an erster Stelle, ferner ischämische Symptome. Die Drosselung der Nierenfunktion beruht nach Wildegans auf Haemoglobininfarkten und Verstopfung der Tubuli contorti durch Haemoglobinzylinder und Schollen, außerdem aber auch auf starker parenchymatöser Schädigung der Niere.

Nach Hempel kommt es bei schweren anaphylaktischen Reaktionen zu einer mehr oder weniger starken Verstopfung des kleinen Kreislaufes infolge Anfüllung der Lungenkapillaren und kleinen Arterien mit Haufen verklebter roter Blutkörperchen oder entfärbter Stromata; ferner vieler Kapillaren der Leber und Milz, sodaß es zur Stauung und Verstopfung der Organe kommt, evtl. auch zur Verlegung von Harnkanälchen mit Haemoglobinzylinder (Verstopfungstheorie).

Filatov wies nach, daß bei der Haemolyse die Veränderungen in den Nieren nicht durch eine Embolie der Nierenkapillaren und mechanische Verlagerung der Nierenkanälchen durch Haemoglobinkristalle, zerstörte Erythrocyten und ausfallende Eiweißkörper bedingt sind, sondern daß ein Spasmus der Nierenarterien

die Ausscheidung einer verminderten Harnmenge bei der Haemolyse bedingt. Hesse und Filatov nehmen an, daß bei der Haemolyse die im Blut kreisenden artfremden und auf dem freigewordenen Haemoglobin stammenden Eiweißkörper einen starken Reizzustand der in der Regio subthalamica liegenden vegetativen Zentren hervorrufen; dadurch komme es zu dem spastischen Zustand der Eingeweidearterien, von dem dann auch die Nierenarterien ergriffen werden. Hesse glaubt, daß es durch den Gefäßspasmus zu einer Erweiterung des Kapillarnetzes und einer Blutstockung komme, die dann eine Herabsetzung der Herztätigkeit wegen Nichtanfüllung des Herzens in der Diastole habe. Dann aber treten die Folgeerscheinungen des Nierenarterienspasmus und der Nierenfunktionsstörung ein, wobei den toxischen Produkten der zerfallenden Eiweißkörper die Hauptrolle zukommt.

Die wenigen Fälle der Haemolyse, die pathologisch-anatomisch genauer untersucht worden sind, zeigen im Vordergrund stehend Veränderungen der Niere: die Glomeruli sind meistens intakt, auch ein fremder Inhalt im Kapselraum fehlt zumeist; dagegen finden sich nephrotische Veränderungen der Tubuli contorti und der Henle'schen Schleifen. Die Epithelien der Tubuli contorti und Henle'schen Schleifen sind aufgetrieben, sowohl Plasma wie Kerne sind schlecht färbbar. Das Haemoglobin ist in sämtlichen Kanälchenabschnitten vorhanden. Mikroskopisch finden sich auch in der Leber Läppchennekrosen, die Kapillaren in diesen Gebieten sind stark gefüllt, teils mit Erythrocyten, teils mit Leukocyten. Auch sind verschiedentlich mehr oder weniger ausgedehnte Blutungen per diapedesin in den serösen Häuten und Schleimhäuten beobachtet worden. (Wildegans, Bürke de la Camp). Bei Untersuchungen der toxisch wirkenden Bestandteile des Blutes stellten Tropp und Borchardt (zit. nach Schiff) fest, daß vor allem das Haemoglobin in Frage komme, und bei Untersuchung von Haematin und Globin war es wieder das Globin, das die typischen Schocksymptome hervorrief. Petroff und Bogomolowa zeigten bei Untersuchungen über die toxische Wirkung der Erythrocyten und des Plasma, daß die Erythrocyten stärker toxisch wirken als das Plasma, und sie führen diesen Unterschied darauf zurück, daß in den roten Blutkörperchen mehr Protein vorhanden ist als im Plasma, und daß dieses einen anderen Aufbau zeigt.

Die Todesfälle nach Bluttransfusion betrugen nach einer Sammelstatistik, die Gesellius 1873 gab, unter 263 Transfusionen 146 = 56 Prozent. Zimmermann berechnete noch 1920 die Mortalität auf 46 Prozent. 1928 stellten die Amerikaner 3 Prozent fest. Wildegans gibt 1933 eine Mortalität von 1—2 Prozent, Boller (Wien) sogar nur von ½—1 Prozent an.

An der Marburger Universitätsklinik wurde bei 70 Transfusionen in den letzten 3 Jahren ein Haemolyse-„Unfall" überhaupt nicht gesehen, auch nie schwerere Transfusionserscheinungen; die einzigen beobachteten Symptome, die aber nie von langer Dauer waren, — leichter Schüttelfrost und Temperatursteigerung —, wurden selten beobachtet.

Das Verfahren der Transfusion.

Sind die Voruntersuchungen angestellt, Haemolyse und Agglutination nach menschlichem Ermessen ausgeschaltet, dann ist es Sache des einzelnen Verfahrens, andere Zwischenfälle, wie Gerinnselbildung und Infektion auszuschalten.

Mit der Zeit sind der Verfahren viele geworden. Filatov gibt die Zahl der beschriebenen Apparate mit 150 an; mehr oder weniger sind die einzelnen Apparate Abänderungen und Verbesserungen vorhergegangener Apparate einfacherer Konstruktion. In meiner Arbeit werde ich kurz die einzelnen Methoden und Verfahren der Blutüberleitungen schildern, die heute die gebräuchlichsten sind.

Von jeher machte man bei der Bluttransfusion immer die Unterscheidung in

1. direkte Bluttransfusion,
2. indirekte Bluttransfusion,

wobei aber nie einheitlich festgelegt war, welche Methode „direkt" oder „indirekt" war. Heute versteht man unter der direkten Transfusion jede Art der Überleitung, bei der das Blut vom Spender unmittelbar „mit oder ohne zwischengeschaltete Röhren, Spritzen oder Spritzensysteme" überfließt. Auch rechnet man dazu die Verfahren, die unverändertes Vollblut übertragen. Indirekte Transfusionsverfahren sind demnach die, bei denen das Blut defibriniert oder durch Natriumzitrat oder andere chemische Mittel ungerinnbar gemacht wird und dann injiziert wird.

Breitner macht bei den Transfusionen folgende Unterscheidung:

1. Überleitung unveränderten,
2. Überleitung veränderten Blutes.

Zu den direkten Verfahren rechnen auch die Methoden, die das Blut direkt von der Arterie zur Vene leiten. Crile benutzte 1906 eine kurze Kanüle, durch die er die Vene des Empfängers hindurchzog und dann das Ende der Vene umlegte. Dann führt er die Vene in die Spenderarterie ein. Enderlen machte 1910 die unmittelbare Gefäßnaht zwischen der Arterie radialis des Spenders und der Armvene des Empfängers. Hotz benutzte die Arteria brachialis. — 1915 beschrieb Sauerbruch seine Invaginationsmethode, die dann auch oft angewandt wurde. Sauerbruch

gab an, daß bei seiner Methode innerhalb von 10 Minuten etwa 120—200 ccm Blut überflössen. Sinken des Blutdrucks beim Spender, ferner Blässe, Unruhe, Gähnen, Atemfrequenz waren die Zeichen für Beendigung der Bluttransfusion.

Die Verbindung des Spenders und des Empfängergefäßes mit röhrenartigen Schaltstücken hatte man zur Zeit der Tierbluttransfusion mit Vorliebe benutzt. Als Schaltstücke dienten: paraffingetränkte Kalbsarterien, die Aorta des Kaninchens, Carotiden des Hundes, Silber- und Messingröhrchen, paraffinbezogene Glasröhrchen, Gummiröhren, Glaskanülen. Blundell übertrug 1818 das Blut bereits schon mit einer Injektionsspritze.

Aber alle diese Methoden hatten ihre Nachteile. Als erste Forderung, die man an einen brauchbaren Apparat stellte, war die Meßbarkeit des übergeleiteten Blutes.

Hempel fordert von einem guten Apparat:

1. Einfachheit der Apparatur,
2. Zuverlässigkeit,
3. Geringstmögliche Blutschädigung,
4. Dosierbarkeit,
5. Tempobemessung,
6. Vollkommene Trennung von Spender und Empfänger,
7. Möglichkeit der Infusion, sowohl beim Spender, als auch beim Empfänger.

Eine andere wichtige Forderung an die Apparatur ist die: Möglichkeit der biologischen Vorprobe, möglichst geringe Schädigung von Spender und Empfänger, Ausschaltung jeglicher Infektionsgefahr.

In Deutschland hat sich in den Jahren nach dem Kriege der Apparat von Oehlecker am besten bewährt und vielerorts Eingang gefunden. Die Bluttransfusion ist ein „einfaches Hinüberpumpen des Blutes von Vene zu Vene mit Hilfe eines Zweiwegehahnes und von Glasspritzen. Das Blut des Spenders wird von der Peripherie her aus der Ellenbeugevene angesaugt und nach Umstellung des Hahnes sofort eingespritzt. Der Hahn wird dann abgestellt und eine zweite Spritze mit physiologischer Kochsalzlösung aufgesetzt; das System wird mit dieser Kochsalzlösung reingespritzt und es beginnt wieder das Ansaugen und Hinüberpumpen".

Oehlecker benutzt zwei 50 ccm-Spritzen aus Glas und fordert für das Gelingen der Transfusion richtig angelegte Stauung am Oberarm des Spenders, ferner reichliche Durchspülung mit Kochsalzlösung besonders nach der Seite des Spenders. Dabei besteht ein Hindernis für das Einfließen der Lösung durch die Venenklappen einerseits und die Stauung am Oberarm andererseits nicht, da die Vena mediana cubiti durch eine weite, klappenlose Anastomose mit den tiefliegenden Venen in Verbindung steht,

welche Verbindung nach Oehlecker sogar das Hauptzuflußrohr der Mittelarmvene ist. Ein besonderer Vorteil der Oehlecker-Methode ist der, daß mit der erstangesetzten Spritze die biologische Vorprobe vorgenommen werden kann, und daß man die Bluttransfusion in jedem Augenblick ohne großen Blutverlust abbrechen kann. Diese ursprüngliche Methode machte Venensektion erforderlich, was in einer Klinik mit der nötigen Asepsis gut durchgeführt werden kann. Der Oehlecker-Apparat hat sehr viele Veränderungen und Modifikationen erfahren.

Ein zweiter Apparat, der häufig Anwendung findet, ist der von Beck, der auf dem Prinzip der ventillosen Schlauchpumpe beruht, wobei der Gummischlauch durch eine Rolle immer in einer Richtung ausgepreßt wird. Die Saugwirkung, die hinter der Rolle entsteht, veranlaßt das Nachfließen des Blutes. An der einen Seite des Apparates befindet sich ein Vierwegehahn; je nach der Stellung des Hahnes kann das ganze System zugleich mit physiologischer Kochsalzlösung durchspült und physiologische Kochsalzlösung Spender und Empfänger zugeführt werden. Vor der Transfusion jedoch muß das System zuerst mit physiologischer Kochsalzlösung ganz angefüllt sein. Die biologische Vorprobe kann angestellt werden, indem man vier Umdrehungen macht, wodurch etwa 12 bis 14 ccm Blut übertragen werden. Jede Kurbelumdrehung entspricht einer ganz bestimmten, von der Dicke des Schlauches abhängigen Blutmenge.

In der Marburger Klinik wird der Beck'sche Apparat neben einer eigenen Methode, auf die ich später zurückkomme, benutzt.

Die Transfusionsmethode nach Kinpton-Brown-Percy benutzt einen Glastubus von 700—900 ccm Inhalt, der innen mit Paraffin überzogen ist. Das gesamte Spenderblut wird einmal aufgesaugt und dann dem Empfänger übergeleitet. Der Glastubus hat oben einen langen Fortsatz, an dem ein Gummirohr zum Saugen, bezw. zum Einpressen von Luft angesetzt werden kann. Das untere Ende ist ausgezogen und zum Glastubus fast rechtwinklig abgeknickt. Dieser Fortsatz wird in die durch Venenschnitt freigelegte Vene eingeführt und fixiert. Vor Aufsaugen des Blutes werden 10—15 ccm kaltes, steriles paraffinum liquidum angesaugt, damit die Oberfläche des Blutes nicht mit der Luft in Berührung kommt. Die Dauer der Infusion beträgt 5—8 Minuten; bei längerer Dauer, besonders über 15 Minuten, besteht die Gefahr der Gerinnung. Andere Nachteile liegen in der umständlichen Paraffinbehandlung der Glasröhre; die biologische Vorprobe ist nicht möglich; wenn sofort Zeichen der Unverträglichkeit auftreten, so hat der Spender das gesamte Blut umsonst geopfert; das im Glastubus aufgegangene Blut verliert erheblich an Temperatur.

Auch dieser Apparat ist vielfach modifiziert worden durch Anbringung von „Doppelballondruckgebläse", Metallkanüle, Glaskanüle mit Schlauch.

Neubauer und Lambert stellten einen Bluttransfusionsapparat aus „Athrombit" her. Athrombit, ein Kunstharz aus Phenolformaldehyd, verhält sich wie Bernstein in Bezug auf Benutzbarkeit und Gerinnungszeit, es nähert sich den Werten des Paraffins. Der Apparat besteht aus Athrombitbechern und einer Athrombitröhre mit Ainitnadeln. Das Blut wird in einem Becher aufgefangen und in die Röhre gegossen, die unten durch einen Hahn verschlossen ist. Oben ist die Röhre mit einem Gebläse verschlossen. Sind die Ainitnadeln eingeführt, der Hahn geöffnet, wird das Blut mit leichtem Druck injiziert. Mittlerweile hat sich der zweite Athrombitbecher (100 ccm) gefüllt, der dann in die Transfusionsröhre eingegossen wird.

Bürkle de la Camp hat aus diesem Kunstharz einen Apparat angegeben, der dem von Percy ähnelt. Auch bei diesem Apparat ist die direkte Ausführung der biologischen Vorprobe nicht möglich. Sie wird so ausgeführt, daß man zunächst vor der eigentlichen Transfusion 10—20 ccm Blut mit einer Spritze entnimmt und überleitet.

Andere Apparate der direkten Bluttransfusion sind: die Spritze nach Jubé, Spritze nach Bécart, Apparat von Tzanck, Goepel-Braun, Dresel, Boller u. a. m.

An der Chirurgischen Klinik in Marburg hat sich neben dem Beck'schen Apparat folgende Transfusionsmethode — die streng genommen keine direkte Methode mehr ist — eingebürgert: Spender und Empfänger sind so gelagert, daß zwischen beiden genügend Platz für zwei Ärzte ist. Sind bei Spender und Empfänger gute Venen vorhanden, so wird eine einfache Venenpunktion vorgenommen, wobei beim Empfänger nur im Augenblick der Punktion gestaut wird, während beim Spender eine Blutdruckmanschette auch während der ganzen Zeit der Blutentnahme einen Druck von 70—80 mm Hg ausübt. Ist bei schlechter Venenbildung die Venensektion nötig, so liegt beim Spender die Stauung gleichfalls dauernd, beim Empfänger nur während der Zeit, in der die periphere Vene abgebunden wird. Die Kanüle zeigt beim Empfänger mit der Spitze nach dem Herzen, beim Spender nach der Hand. Ist die Transfusion so vorbereitet, wird die biologische Vorprobe nach Oehlecker vorgenommen, indem in einer Spritze 10 ccm Blut angesaugt und dem Empfänger injiziert werden; darauf wartet man 5—10 Minuten ab. Die benutzte Spritze spült eine Operationsschwester inzwischen mit 3prozentiger Natriumzitratlösung durch; auch werden ab und zu während der eigentlichen Transfusion, um eine Verstopfung der Kanülen zu verhin-

dern, 1—2 ccm Natriumzitrat durch die Kanälen gespritzt. Reagiert der Empfänger nach der biologischen Vorprobe normal, dann kommt die eigentliche Bluttransfusion.

Je ein Arzt hat beim Empfänger und beim Spender seinen Platz bezogen. Der „Spenderarzt" zieht seine Spritze (10 ccm) voll Blut, was bei der angelegten Stauung sehr gut geht, reicht sie der Operationsschwester, die sie dem „Empfängerarzt" gibt. Die Operationsschwester reicht dem „Spenderarzt" die zweite Spritze, mit der er ebenfalls Blut ansaugt. Der „Empfängerarzt" hat mittlerweile die ersten 10 ccm Blut injiziert und reicht die gebrauchte Spritze der Operationsschwester, von der er die zweite mit Blut gefüllte Spritze erhält. Während der „Spenderarzt" Blut ansaugt, der „Empfängerarzt" injiziert, spült die Operationsschwester die soeben gebrauchte Spritze mit der 3prozentigen Natriumzitratlösung. Es tritt also in der Transfusion keine Stockung ein, da drei Spritzen im Gebrauch sind. Die Transfusion dauert — die Zeit für die biologische Vorprobe miteingerechnet — kaum 10 bis 15 Minuten. Die Methode hat alle Vorteile, die von einer guten Methode verlangt werden, und eignet sich besonders da, wo keine besonderen Apparate zur Verfügung stehen und wo man mit einfachen Hilfsmitteln auskommen muß. Die Methode ist übersichtlich und stellt keine allzu großen technischen Anforderungen; sie dürfte im Kriegsfalle von besonderem Vorteil sein.

Unter indirekter Bluttransfusion versteht man all die Verfahren, die verändertes Blut übertragen, sei es, daß das Blut durch Zusatz von Chemikalien zur Verhinderung der Gerinnung bereits präpariert ist, oder durch Defibrinierung mehr oder weniger in seiner natürlichen Beschaffenheit verändert ist.

Die Überleitung von defibriniertem Blut, wie sie lange Zeit geübt wurde, ist heute außer Gebrauch gekommen. Das Blut wurde in einem Gefäß aufgefangen und durch langsames Schlagen mit einem Holz- oder Glasstab, Spiralfeder, oder durch Umschütteln mit Glasperlen defibriniert; dann wurde das Blut durch eine 10fache Gazelage geseiht und dann injiziert. Das defibrinierte Blut ist minderwertig, da die roten Blutkörperchen, ebenso alle anderen morphologischen Bestandteile durch das Schlagen oder Schütteln geschädigt sind. Lediglich bei großen Bauchblutungen ist die Reinfusion defibrinierten Eigenblutes noch in Gebrauch.

Im Jahre 1914 führten Hustin in Brüssel, zu gleicher Zeit d'Agote in Buenos Aires und Lewissohn in New York das zitronensaure Natrium als Mittel zur Verhinderung der Gerinnung in die Bluttransfusion ein. Schon 1891 hatte Freund darauf hingewiesen, daß Natriumzitricum mit den Calciumsalzen des Blutes eine lösliche Verbindung eingehe und so die Gerinnung hemme. In der gleichen Zeit verwandte Bright oxalsaures Salz und Landois 1892 das Blutegelextrakt. Das Natriumzitrat

wurde in verschiedener Konzentration angewandt, angefangen von 10 g Natriumzitrat auf 1 Liter Blut, bis herunter auf 2,5 g pro 1 Liter Blut. Die meist verwendete Lösung ist 2,5prozentig. Als Minimum, das gerade noch die Blutgerinnung hemmt, sind 2 g Natriumzitrat auf 1 Liter Blut nötig (Nürnberger).

Nürnberger fand, daß erst 0,17—0,25 g Natriumzitrat pro kg Körpergewicht bei Hunden tödlich war. Übertragen auf einen Menschen betrüge demnach bei 65 kg Körpergewicht die tödliche Dosis II—15 g; nach Schiff beträgt die Dosis Toxika für eine 50 kg schwere Person = 6,5—10 g Natriumzitrat. Die Verwendung von „Natriumzitrat-Blut" hat besonders in Amerika Verbreitung gefunden: die Mayo-Klinik in Amerika verwendet eine 4prozentige Natriumzitratblutmischung, d. h., auf 250 ccm Blut kommen 10 ccm einer 10prozentigen Natriumzitratlösung. Trotzdem von vielen Seiten die völlige Unschädlichkeit der Zitratmethode hervorgehoben wird: Lewissohn, Merke, Nürnberger, Orth — Christ hat nachgewiesen, daß die Verwendung von Natriumzitrat keinen Einfluß auf die Blutgerinnung des Empfängers hat, daß schädliche Wirkungen auf die Blutkörperchen und die immunologischen Eigenschaften des Blutes nicht bestehen —, so sprechen sich sehr viele Wissenschaftler vorwiegend auf Grund ihrer klinischen Erfahrung für die Verwendung reinen, unveränderten „Vollblutes" aus (Beck, Breitner, Bürkle de la Camp, Clairmont, Nather, Oehlecker).

Hempel hält, „auf theoretischen Erwägungen und klinischen Erfahrungen und Beobachtungen fußend", das Natriumzitrat doch nicht für so ganz gleichgültig für den menschlichen Körper.

Nürnberger sagt, obgleich er die Natriumzitrat-Methode befürwortet, daß das Natriumzitrat die Calciumionen im Gewebe binde und dadurch eine Störung im Ionengleichgewicht hervorrufe.

Die einfachste Methode der indirekten Transfusion ist wohl die, die Lewissohn benutzte: er fängt nach Venenpunktion das Blut in einem Glasgefäß mit Natriumzitrat unter Umrühren auf und injiziert dann mit Hilfe eines Gummischlauches. Jüngling empfiehlt zur Überleitung seine dreiläufige Spritze „Rotanda", deren zwei Läufe mit Glaskanäle und Gummischlauch versehen sind. Diese beiden Kanülen werden beim Spender und Empfänger in die Venen eingeführt; der dritte Fortsatz führt mit einem Gummischlauch in ein Gefäß mit Natriumzitratlösung. Vor Beginn der Transfusion wird etwas Natriumzitrat in die Spritze angesaugt, dann Blut, und nach Umstellung der Spritze wird injiziert.

Komplizierter ist der Apparat von Brines, der in Amerika am meisten angewandt wird. Das Blut wird nach Art eines Potain'schen Apparates angesaugt, wobei das Blut bereits sofort beim Verlassen der Spendervene mit Natriumzitrat vermischt wird und in der mittleren Flasche aufgefangen wird. Diese mit Blut

gefüllte Flasche wird dann umgedreht (auf einem besonderen Stativ), und mittels Gebläse wird das Blut dem Empfänger zugeleitet.

An dieser Stelle will ich auch kurz auf die Transfusion konservierten Blutes und Leichenblutes, auf die Seruminfusionen, ferner auf die Reinfusion körpereigenen Blutes eingehen.

Zur Transfusion konservierten Blutes wurden folgende zwei Verfahren vorgeschlagen:

1. ½ Liter Blut wird mit 350 ccm einer 3,8prozentigen Natriumzitratlösung und mit 850 ccm einer 5,4prozentigen Dextroselösung gemischt. Vor dem Gebrauch läßt man die abgesetzte Flüssigkeit ablaufen und gießt das Blutkörperchensediment in eine 0,9prozentige Kochsalzlösung, in eine 2,5prozentige Gelatinelösung oder in eine 2—3prozentige Gummiarabicumlösung.
2. Es wird eine Mischung von 3 Teilen Erythrocyten, 2 Teilen einer isotonischen Natriumzitratlösung und 5 Teilen einer isotonischen Dextroselösung hergestellt.

In Moskau wird die sog. IPK.-Flüssigkeit des Zentralinstitutes für Bluttransfusion verwendet: Natriumzitrat 5,0, Natriumchlorid 7,0, Magnesiumsulfat 0,04, Kaliumchlorid 0,2, Aqua bidestillata 1000,0. — Das Blut wird zu gleichen Teilen mit der IPK.-Flüssigkeit gemischt und bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Die menschlichen roten Blutkörperchen sollen sich in der Konservierungsflüssigkeit vier Wochen halten; nach Rous und Turner = 14 Tage. Bei längerer Aufbewahrung tritt post transfusionem Haemolyse auf. Opitz stellte Versuche mit Kaninchenblut an und kam zu dem Ergebnis, daß das Blut bis zu vier Wochen verwendungsfähig bleibt; jedoch verwendet er selbst für eine Homoiotransfusion beim Menschen kein Blut, welches älter als 48 Stunden ist.

Das konservierte Blut kann folgenden Veränderungen unterworfen sein: Haemolyseerscheinung infolge zu langer Aufbewahrung, Übererwärmung (42—44°), Vergiftung durch denaturiertes Eiweiß. Die klinischen Vergiftungserscheinungen sind nach Hesse: Amaurose und Bewußtseinstrübungen.

Die ersten Bluttransfusionen von der Leiche machte Sakajan, der bei einem Massenunglück sieben Leichenbluttransfusionen mit Erfolg vorgenommen hat. Er entnahm 2—8 Stunden post mortem das Blut durch Punktion der unteren Hohlvene; in dieser Zeit ist das Leichenblut in seiner Vitalität noch nicht wesentlich geschädigt, da der Zerfall der roten Blutkörperchen und das Eindringen der Mikroorganismen erst später einsetzt. S. Yudine (Moskau), hält Leichenblut und Frischblut für gleichwertig.

Wildegans fand bei Gruppenbestimmungen an Leichenblut noch nach 48 Stunden deutliche Reaktion. Die Grenze der

Vitalität liegt wohl bei 72 Stunden; nach dieser Zeit ist die Gruppenbestimmung des Leichenblutes unsicher.

Schiff gibt an, daß das Blut von Leichen sich noch einige Tage nach denselben Grundsätzen wie für Lebende untersuchen läßt; ist aber Haemolyse eingetreten, so ist kein brauchbares Resultat mehr zu erzielen.

Die Eigenbluttransfusion ist von Thies 1914 zum ersten Male bei rupturierter extrauteriner Gravidität angewandt worden, in der Folgezeit aber auch bei anderen größeren Blutungen in Brust- und Bauchhöhle, bei Schußverletzungen, bei Milz- und Leberruptur. Grundlegende Voraussetzung für eine Reinfusion ist die genaue Untersuchung nach Vorgeschichte und Operationsbefund, ob das Blut nicht als septisch und toxisch angesehen werden muß. Das freie Blut der Bauchhöhle wird nach Versorgung der Blutungsstelle mitsamt den Koagula ausgeschöpft, durch eine 10—12-fache Mullschleierlage geseiht, in einem Glasirrigator aufgefangen, mit 0,9prozentiger Natriumchloridlösung oder Ringerlösung zu gleichen Teilen verdünnt und im Wasserbade auf Körperwärme gehalten. Das Blut braucht weder defibriniert noch mit Natriumzitratlösung versetzt zu werden (Ranft, Peiser). Die Substitution ist wohl auch bei der Reinfusion der Hauptfaktor. In solchen Fällen, wo das Blut als nicht mehr steril aufzufassen ist, hat man per clysma dem Organismus die wertvollen Stoffe zugeführt. Haematoclysmen sind die idealsten Nährclysmen (Kubanyi).

Zühlke (Berlin), versuchte bei akuten und chronischen Blutverlusten, haemorrhagischen Diathesen, bei Carzinom, Erschöpfungszuständen nach Pneumonie, Peritonitis, Empyem, rektale Seruminfusion anstatt Bluttransfusion anzuwenden. Er verabreichte Tropfklistiere aus hypotonischem „Vitalserum“ (250 ccm), dem er zur Förderung der Resorption Organextrakte zusetzt, 2—3 Mal täglich. Die Wirkung ist nicht so prompt wie bei intravenöser Infusion. Zühlke empfiehlt die Seruminfussion in chronischen Fällen, während er bei akuten Blutverlusten die intravenöse Bluttransfusion als idealsten Blutersatz bezeichnet.

Kusakabe (Japan), übersättigt das Blut mit Sauerstoff und will damit eine weit größere Wirkung erzielen und Nebenerscheinungen bei der Transfusion ausschalten.

Die Immuntransfusion von Blut von vaccinierten Spendern ist gelegentlich versucht worden. Die Spender wurden mehrere Wochen mit Streptokokken- und Staphylokokken-Vaccinen vorbereitet und dann wurde dieses Blut gespendet bei Sepsis usw. — Nach Wildegans wird eine Stunde vor der Transfusion dem Spender intravenös eine Vaccine, die 100 Millionen der vom Kranken gewonnenen Infektionserreger enthält, injiziert und dann

davon dem Empfänger 200—300 ccm Blut. Die Schwierigkeit liegt aber darin, daß die Herstellung der Autovaccine immerhin einige Tage Zeit erfordert.

Tierblutinjektionen sind als Heilmittel besonders von Bier häufig angewandt worden. Das zersetzte, fremdartige Blut bildet nach Bier einen besonders starken Reiz, der den Organismus zu erhöhter Tätigkeit anreizt, was sich am deutlichsten in Fieber und Entzündung zeigt. Zunächst injizierte man 2—1 ccm i. v., dann aber ging man zur intramuskulären Injektion über. Um Anaphylaxiereaktionen zu vermeiden, folgen abwechselnd Hammel- und Rinderblutinjektionen im Abstand von acht Tagen. Bier empfiehlt die Tierblutbehandlung besonders bei Morbus Basedow und konnte 1931 über 222 Fälle berichten, bei denen die Besserung derart auffällig war, daß eine Operation unnötig wurde.

Die Wirkung der Bluttransfusion.

Wie erklärt sich die Wirkung des übergeleiteten Blutes? Wie ist sein Schicksal? Die Ergründung dieser Fragen ist von grundlegender Bedeutung für die praktische Anwendung der Bluttransfusion.

Hempel will mit der Bluttransfusion betreiben:

1. Substitutionstherapie
   a) bei akuten und chronischen Blutverlusten durch Erythrocytenersatz,
   b) bei haemorrhagischer Diathese durch Zufuhr blutstillender Stoffe.
2. Proteinkörpertherapie bei sekundären Anaemien aller Art zum Anreiz des haematopoetischen Apparates.

Substitution ist der unmittelbare Ersatz einer — akut oder chronisch — in Verlust geratenen größeren Blutmenge eines Organismus durch das Optimum aller zur Verfügung stehenden Substanzen, nämlich das Blut selbst: Ersatz der eingebüßten Flüssigkeitsmenge, Ersatz der verlorengegangenen Zellelemente, Wiederzuführung gelöster und gebundener Blutstoffe. Die Proteinkörper bewirken starke Leukocytose, vermehren die Immunstoffe, regen die Blutfermente an, üben einen starken Reiz auf alle lebenswichtigen Organe aus.

Faßt man die Bluttransfusion als Transplantation auf, für deren Gelingen eine Reihe von Forderungen gestellt sind, so werden bei der Bluttransfusion diese Forderungen in weitaus günstigstem Maße erfüllt. Das Transfusionsblut findet beim Empfänger sofort die Ernährungsbedingungen, die ein „Einheilen", ein „Amlebenbleiben" garantieren müssen, wie es bei keiner anderen Transplantation der Fall ist. Die notwendige Transplantatschonung wird durch einen guten Apparat und durch gute Technik gewährleistet.

Zunächst interessieren die überpflanzten roten Blutkörperchen und das Haemoglobin. Wie lange bleiben sie im Empfängerorganismus funktionstüchtig? Landois, Morawitz, Coenen rechnen mit der Erhaltung der roten Blutkörperchen und mit Funktionsübernahme von einigen Tagen. Hotz gibt 6 Wochen, Oehlecker 3—4 Wochen, Hempel 3 Wochen an. Ashby gibt selbst für Zitratblut eine Lebensdauer von 1—2 Monaten an. Er bestimmte die Lebensdauer transfundierter roter Blutkörperchen, indem er ein Serum auswählte, das die Erythrocyten des Empfängers agglutiniert, nicht aber die des Spenders. Bei seinen Versuchen zählte er dann die nicht agglutinierten roten Blutkörperchen und berechnete die Lebensdauer auf 30—100 Tage.

Nach Hempel leben die Erythrocyten 3 Wochen; bei seinen Untersuchungen stellte er fest, daß schon wenige Tage nach der Transfusion die Erythrocytenzahl sank, um dann aber wieder später anzusteigen. In anderen Fällen konnte überhaupt keine Besserung des Blutstatus nachgewiesen werden, obwohl weder ein anaphylaktischer Schock, noch sonst eine Störung eingetreten war. Chemische Untersuchungen des Harns auf Gallenfarbstoffe, ja sogar Bilirubinbestimmung im Blut, erklärten diese Fälle nicht. Hempel führt diese Tatsache auf einen Erythrocytenzerfall zurück, der so allmählich vor sich geht, daß keine Vermehrung des Haemoglobins, des Bilirubins im Blut oder der Gallenfarbstoffe im Harn möglich ist. Diese Tatsache tritt bei Blutkrankheiten am weitaus häufigsten auf.

Es ist nach diesen ganzen Untersuchungen immerhin sicher, daß die übergeleiteten roten Blutkörperchen noch geraume Zeit im „neuen Milieu" leben und funktionstüchtig sind; genauere Angaben zu machen ist nicht möglich, da ja auch unter normalen Verhältnissen immer rote Blutkörperchen abgebaut werden und im Augenblick der Überleitung nicht alle Blutkörperchen „gleichen Alters" sind. Unter physiologischen Verhältnissen lassen sich auch nur ungefähre Grenzen der Lebensdauer ziehen (15—100 Tage).

Wildegans wies durch Gasanalyse nach, daß steriles, ungerinnbar gemachtes Blut, im Reagenzglas aufbewahrt, sich mindestens 8 Tage zu erhalten vermag, daß es auch in vitro solange die Fähigkeit besitzt Sauerstoff aufzunehmen und abzugeben. Ferner zeigte er durch Sauerstoffgasanalysen, daß die Sauerstoffkapazität des Blutes des Empfängers entsprechend der Haemoglobinzunahme nach der Transfusion wächst.

Durch Untersuchung über Haemoglobinämie und Blutkörperchenresistenz suchte man die Lebensdauer zu bestimmen und fand, daß in der zweiten Woche nach der Transfusion eine stärkere Haemolyse eintritt, und infolgedessen sich mehr Haemoglobin im Blute findet, ferner, daß sich die Transfusions-Erythrocyten weniger resistent verhalten, d. h., daß sie schon bei höheren NaCl.-

Konzentrationen von 0,5—0,6 Prozent ihr Haemoglobin abgeben (normal: 0,4 Prozent). Diese Ergebnisse konnten aber zur endgültigen Bestimmung der Lebensdauer nicht herangezogen werden.

Wichtig ist die Zählung der roten Blutkörperchen und die Haemoglobinbestimmung, wodurch allein schon ein Vergleich angestellt werden kann inbezug auf die Wirkung der Bluttransfusion, indem man z. B. den Zustand vor und nach der Bluttransfusion vergleicht. Es fragt sich nur: Ist die Erhöhung der Zahl der roten Blutkörperchen und des Haemoglobins auf die übertragenen Erythrocyten und auf das übertragene Haemoglobin zurückzuführen, oder hat eine rasche Erholung oder ein Reiz des haematopoetischen Apparates stattgefunden, der diese Erhöhung hervorrief? — Schultz glaubt auf Grund von vier Versuchen daß das Plus der roten Blutkörperchen den transfundierten Erythrocyten entspricht.

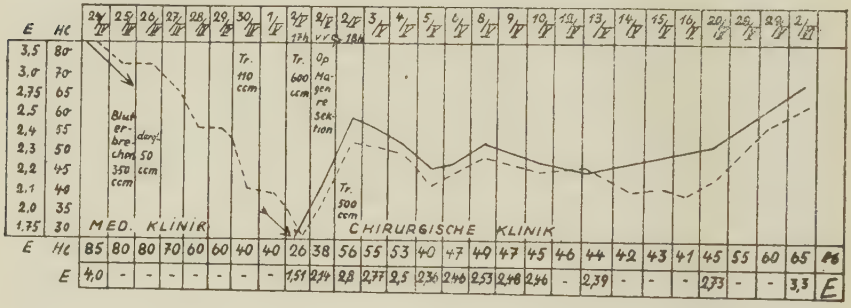
Es ist wohl nicht unrichtig, wenn man behauptet, daß neben dem direkten Zuwachs an roten Blutkörperchen und Haemoglobin ein weiteres Steigen durch Steigerung der Leistung des haematopoetischen Apparates bedingt ist.

Eine Änderung der Stickstoffbilanz durch die nicht unbeträchtliche Eiweißzuführung bei der Transfusion und durch den dadurch bedingten vermehrten Eiweißzerfall (1 Liter Blut = 350 g Eiweiß), ist nicht nachgewiesen (Wildegans). Auch sind keine Anomalien des Eiweißabbaues nachweisbar.

Es steht also nach den bisherigen experimentellen Untersuchungen und klinischen Erfahrungen fest, daß nach der reaktionslos verlaufenen Transfusion die transfundierten roten Blutkörperchen im Empfänger mehrere Tage, ja Wochen erhalten bleiben, daß sie in den Gefäßen des Empfängers zirkulieren und sich am Gaswechsel beteiligen. Und das ist die große Bedeutung der Transfusion im Sinne der Substitutionswirkung und dadurch ist sie allen anderen Infusionen weitaus überlegen. Es ist nachgewiesen, daß ein im höchsten Grade ausgeblutetes Tier durch Serumeinspritzung allein nicht am Leben erhalten werden konnte, wohl aber durch arteigenes Blut mit lebensfähigen, unveränderten, weder mechanisch noch chemisch beschädigten roten Blutkörperchen; auch das übermittelte Serum ist allen anderen physiologischen Lösungen weitaus überlegen. Kubanyi sagt: So ausgezeichnet eine intravenöse NaCl-Infusion zur Behebung des Schockzustandes ist, in dem die Verwundeten oft eingeliefert werden, so schlecht ist ihre Dauerwirkung. Hieran ändert auch die stundenlang durchgeführte Infusion in Tropfenform nichts. Ebenso vermag der Zusatz von Gelatine die schnelle Ausscheidung der Flüssigkeit nicht zu verhindern. Was dem Körper fehlt, sind funktionstüchtige rote Blut-

körperchen; Ersatz derselben, wenigtsens für einige Tage, und Anregung zu Neubildung kann am besten durch die Bluttransfusion geschaffen werden.

Aber nicht nur rote Blutkörperchen werden dem Empfänger zugeführt, sondern auch blutstillende Stoffe, auf denen der haemostyptische Effekt der Bluttransfusion beruht, ferner Antitoxine und Antikörper (1).



E. S. O. Gastritis ulcerosa (1936).

Patient wird am 24. IV. in die medizinische Klinik in mäßigem A. Z. aufgenommen.

Am 25. IV. nach starken Schmerzen Bluterbrechen (350 ccm); desgl. am 26. IV. (50 ccm).

Am 30. IV. wird eine Transfusion versucht, wobei es unter Schwierigkeit gelingt, 110 ccm Blut zu übertragen.

Am 2. V. wird Patient von der medizinischen in die chirurgische Klinik eingeliefert. — Die Schleimhäute sind blaß, die Haut gelblich, der Oberbauch stark druckempfindlich. Am gleichen Tage bekommt Patient gegen 12 Uhr zur Operationsvorbereitung eine Transfusion von 600 ccm, danach Magenresektion und anschließend an die Operation wieder eine Transfusion von 500 ccm. —

Die Operation ist gut verlaufen, der Puls seit der Operation ständig gut gefüllt. Am 20. V. wird der Patient zur Nachbehandlung in die medizinische Klinik verlegt.

Die Haemoglobin- und Erythrocytenkurve gibt einen Überblick über die Blutentwicklung vor und nach der Transfusion. Offensichtlich hat sich am 5. V. der durch die Transfusion gesetzte Reiz auf das Blutbildungssystem ausgewirkt und tut sich in einem Steigen der Kurve kund.

Abbildung I zeigt Erythrocyten- und Haemoglobinanstieg sofort nach der Transfusion in der Weise, daß am ersten Tag nach

der Blutübertragung der Zuwachs an Erythrocyten und Haemoglobin der transfundierten Blutmenge entspricht. Die roten Blutkörperchen sind bei einer Zufuhr von rund 1100 ccm Blut von 1510 auf 2800 ccm gestiegen; der Haemoglobingehalt von 26 Prozent auf 56 Prozent.

Am dritten Tag sinken die Erythrocyten auf 2 400 000, das Haemoglobin auf 40 Prozent; dann aber setzt ein dauernder Anstieg ein, der auf Blutregeneration zurückzuführen ist.

Ein weiterer anschaulicher Fall ist folgender:

J. S. ♀ 42 Jahre, wird am 21. 1. 35 in stark reduziertem A. Z. wegen Iliocoecaltumor aufgenommen.

Blutbild am 22. I.: Hb 42 Prozent, E. 2,34 Millionen Am 24. I. Bluttransfusion von O zu O, 500 ccm ohne jede Transfusionserscheinung.

Blutstatus am 29. I.: Hb. 65 Prozent, E. 3,56 Millionen. Am 7. II. erneute Transfusion ebenfalls von O zu O ohne jede Erscheinung.

Blutstand am 11. II.: Hb. 74 Prozent, E. 4,31 Millionen.

Am 13. II. Operation. Am19. III. wird Patient gesund entlassen.

Auch hier hat die Erythrocytenzahl und Haemoglobinmenge jedesmal um die gespendete Menge zugenommen und die Patientin in einen operationsfähigen Zustand gesetzt.

Die zweite Wirkung der Bluttransfusion ist nach Hempel der stimulierende Effekt, der Anreiz zur Neubildung von roten Blutkörperchen, überhaupt zur vermehrten Tätigkeit der haematopoetischen Organe, was besonders dann in Betracht zu ziehen ist, wenn die Menge der roten Blutkörperchen und des Haemoglobins sich über die transfundierte Menge erhöht, wenn Normoblasten auftreten, wenn sich Polychromasie, Leukocytose, Neutrophilie, Eosinophilie zeigt.

Bogdanow, Beljajewa und Majanz erforschten die Einwirkung der Bluttransfusion auf das Knochenmark und kamen mit Hilfe der vitalen Färbung zu dem Ergebnis, daß sich nach der Bluttransfusion mehr Reticulocyten im Blut zeigen, was auf eine erhöhte Tätigkeit der blutbildenden Organe hinweist. Die Reticulozytenzahl sieg in der Regel am 3. bis 5. Tag stark an, erreichte in den darauffolgenden Tagen den Höhepunkt, um dann allmählich wieder abzusinken.

Die Bluttransfusion übt ferner einen Reiz auf bestimmte Gewebe aus und löst eine allgemeine Abwehrsteigerung aus; besonders steigert sich die Zelltätigkeit derjenigen Zellen, die auf die Abscheidung spezifischer Abwehrstoffe eingestellt sind.

Im Sinne der Proteinkörperwirkung wirkt zunächst das mit der Bluttransfusion übertragene, körperfremde, aber artgleiche Eiweiß, dann tritt zu dieser Wirkung das Eiweiß, das aus den zerfallenden transfundierten Erythrocyten frei wird.

Wir besitzen in der Bluttransfusion, obgleich ihre Wirkung im Sinne der Proteinkörperbehandlung nicht lange anhält, doch einen der stärksten Reize, die wir auf das Zellprotoplasma ausüben können; in dieser Wirkung unterscheiden sich defibriniertes Zitrat- oder Vollblut nicht.

Bier hat stets die stimulierende Wirkung der Bluttransfusion hervorgehoben und bringt einige ccm defibriniertes Hammel- und Schweineblut in Anwendung, um damit eine starke Reaktion zu erzeugen.

Die Wirkung der Transfusion beruht weiter auf einer Steigerung der bactericiden Kraft des Empfängerblutes bei Überschwemmungen desselben mit Bakteriengiften, auf Entgiftung bei Intoxikationen, bei chronisch-infektiösen Prozessen, bei Verbrennungen.

Indikationen zur Bluttransfusion.

Das Hauptanwendungsgebiet der Bluttransfusion liegt da, wo es gilt, große Blutverluste durch neues Blut zu ersetzen.

Und da ist an erster Stelle der akute Blutverlust zu nennen, bei dem die Indikation zur Bluttransfusion „obligatorisch" ist. Diese Art der Gefäßfüllung bei dieser Indikation lag schon immer auf der Hand und scheiterte nur an den Zwischenfällen und Komplikationen, die bei der Ausführung auftraten. Es gibt keinen anderen vollwertigen Blutersatz: vollwertig kann nur Blut sein.

Goltz erklärte den „Verblutungstod" rein mechanisch: die Flüssigkeitsmenge im Gefäßsystem ist so gering, daß die Gefäßfüllung unterbrochen ist. Die Blutströmung ist gehemmt. Das Herz bekommt zu wenig Blut und es kommt zum Leerlauf des Herzens. Um diesen Leerlauf zu bekämpfen, schlug Goltz 0,9-prozentige Kochsalzlösung zur Gefäßfüllung vor. — Küttner stellte experimentell fest, daß ein Blutverlust von 3 Prozent des Körpergewichtes tödlich sei und daß bei einem solchen Blutverlust eine Infusion nichts mehr helfe, wohl aber die Bluttransfusion „das entfliehende Leben stellen" könne! Er legt den Hauptwert auf die roten Blutkörperchen, wenn er sagt, daß der Tod bei Verblutung durch Sauerstoffverarmung eintritt, daß der Verblutungstod ein Erstickungstod ist.

Baetzner sieht den Verblutungstod als eine Vergiftung an und will durch Bluttransfusion das hypothetische Gift verdünnen und die Giftproduktion hemmen. Diese Autointoxikation wird nicht hervorgerufen durch normale Abbaustoffe, sondern durch

die Bildung neuer, vermutlich unvollständig verbrannter, der Verblutung eigentümlichen, giftigen Produkte des pathologischen Stoffwechsels.

Hempel stellte folgenden Grundsatz auf: Für jede durchschnittliche Blutung mögen alle Salzlösungen und andere Blutersatzflüssigkeiten genügen; für eine tödliche Blutung reichen sie alle nicht aus, hier kann nur Erythrocytenersatz durch lebendes Blut rettend helfen, das außer den funktionsmäßigen Sauerstoffträgern lebendes Serum und die übrigen lebenswichtigen organischen Stoffe enthält.

Die übertragene Blutmenge soll entsprechend dem großen Blutverlust bei lebensbedrohlichen Blutungen ebenfalls groß sein. Reicht für eine große Transfusion ein Spender nicht aus, fehlt ein zweiter, dann kann man auch neben der Transfusion mit Blutersatzflüssigkeiten aufzufüllen versuchen. Aber auch wenn genügend Spenderblut zur Verfügung steht, muß man sich vor einer „Hypertransfusion" hüten, die Herzerweiterung und Lungenoedem nach sich ziehen könnte.

Voraussetzung für die wirksame Hilfe bei Verletzungen ist die Versorgung der blutenden Gefäße, damit das übertragene Blut sofort seine Tätigkeit aufnehmen kann und nicht die Gefäßbahn sofort wieder verläßt. Die Bluttransfusion kann zu einem gewissen Grade zum Blutungsstillstand beitragen, wird aber eine operative Behandlung bei einer größeren Verletzung nicht überflüssig machen.

Coenen berichtet über lebensrettende Wirkung von Bluttransfusionen im Weltkriege bei Kranken, die dem Sterben nahe waren.

In der Bekämpfung des Schocks leistet die Bluttransfusion Gutes, und zwar besonders bei dem Wundschock, der mit Blutung einhergeht. Die Indikation zur Bluttransfusion ist gegeben, wenn trotz Wärme und intravenöser Infusion der Blutdruck auf 70 bis 80 mm und darunter sinkt. Die Bluttransfusion wirkt nicht nur durch Ersatz, durch Erhöhung des Blutdrucks durch Besserung der Sauerstoffaufnahme, sondern auch dadurch, daß die Kapillarstase beseitigt wird, die durch die Blutanschoppung im Kapillargebiet und durch den Austritt des Plasmas durch die geschädigten Kapillaren ins Gewebe hervorgerufen wird.

In der Kriegschirurgie wird die Bluttransfusion bei der Behandlung von Blutung und Schock immer Gutes wirken.

Bei chronischen und rezidivierenden Blutungen wird neben der Auffüllung des Gefäßsystems Blutstillung, subjektive Besserung, Steigerung des Appetits, vermehrte Blutregeneration erreicht. Bürkle de la Camp, Clairmont, Haberer, Haselhorst, Hotz, Jagic, Kubany, Majanz, Oehlecker, Orth u. a. haben bei chronischen Blutverlusten wegen der Reiz-

wirkung mehrere kleine Bluttransfusionen für besser gehalten als eine große Transfusion. Die Bluttransfusion ist bei parenchymatösen Blutungen, bei blutendem Magen- oder Zwölffingerdarmgeschwür und bei Haemophilie, bei herabgesetzter Gerinnungsfähigkeit, das überlegene Haemostyptikum geworden. Bei allen operativen Eingriffen, bei denen der Verdacht auf Gerinnungsverzögerung besteht, soll eine Transfusion vorgenommen werden. Enderlen und Hotz führten die Transfusion zur Behandlung der Bluter-Kranken ein. Die Bluttransfusion als Blutstillungsmittel hat zwei Anwendungsgebiete: einmal vermehrt sie bei herabgesetzter Gerinnungsfähigkeit die zur Gerinnung notwendigen Substanzen; ferner hilft sie dort, wo der Chirurg zur Blutstillung nicht eingreifen kann, oder, wo sein Eingreifen keine Aussicht auf Erfolg hat.

Nach Bier hat die blutstillede Wirkung der Bluttransfusion nichts mit Ersatz zu tun, sondern beruht auf der Zersetzung, da das zersetzte Blut die Blutgefäße, die verletzt sind, zur Kontraktion bringe und dadurch die Blutstillung bewirke; es wirke nicht nur auf die glatte Muskulatur der Gefäße, sondern auf die aller möglichen Organe.

Nach Wildegans ist für die Gerinnungsförderung maßgebend der Thrombingehalt des transfundierten Blutes oder Serums.

Enderlen konnte durch einen operativen Befund nachweisen, daß ein Magengeschwür durch Bluttransfusion in seiner Ausheilung beschleunigt werde; ebenso berichtet Clairmont von der Ausheilung eines Magengeschwüres und führt diese Wirkung der Bluttransfusion auf eine Umstimmung des gesamten Organismus durch die Transfusion zurück.

Zu den chronischen, rezidivierenden Blutungen gehören alle Blutungen aus Magenulcus und -Carzinom, aus Typhusgeschwüren, aus Hämorrhidalknoten, alle postoperativen Blutungen.

Jagic zeigt an einer Reihe von Fällen, daß man auch bei Lungenbultungen Erfolge haben kann und daß die frühere Scheu, bei Lungenblutungen eine Bluttransfusion zu wagen. nicht berechtigt ist. Der Blutdruck wird nicht so sehr erhöht, daß dadurch die Blutung zu sehr gesteigert würde.

Transfusionen als Vorbereitung des Patienten zur Operation und als Unterstützungsmittel nach solchen Eingriffen, ist vielfach in Gebrauch (Beck, Clairmont, Küttner, Nather u. a. Einesteils handelt es sich darum, dem Kranken verlorengegangenes Blut zu ersetzen, andererseits hilft man ihm über einen Zeitpunkt der Hinfälligkeit hinweg, und der kranke Organismus wird in den Stand gesetzt, sich schnell und wirksam zu erholen (Schmieden, Haberer). Die Bluttransfusion gibt die Möglichkeit, eine Operation erfolgreich durchzuführen, die ohne eine solche Unterstützung nicht möglich gewesen wäre. An der Klapp-

schen Klinik in Marburg geht jeder größeren Operation bei einem Kranken, der stark mitgenommen ist, eine Bluttransfusion voraus und es folgt je nach den Umständen, evtl. nach der Operation eine zweite Transfusion. Postoperativer Schock und postoperative Kreislaufstörungen werden sehr günstig beeinflußt.

Bogdanow, Beljajewa und Majanz nehmen die Bluttransfusion eine Woche vor der geplanten Operation vor. Hempel operierte nicht unmittelbar im Anschluß an die Bluttransfusion, um dem Organismus Zeit zu lassen, den Vorteil auszunutzen; ferner, um die transfundierten Blutkörperchen nicht sofort einer erneuten Schädigung auszusetzen.

Bei heruntergekommenen Geschwürskranken mit sekundärer Anämie, mit Zerfall der Lebenskräfte, ist es oft möglich geworden; diese Erscheinungen weitgehendst zu bessern und den Kranken der Operation zuzuführen. In der Marburger Klinik gelang es oft, stark ausgeblutete Kranke operationsfähig zu machen und mit Erfolg zu operieren. Ich weise auf den von mir in der Tabelle aufgeführten Kranken hin, der ohne Transfusion und Operation an seiner stark blutenden Gastritis ulcerosa schnell zugrunde gegangen wäre. Sehr segensreich wirkten Transfusionen weiter bei den relativ zahlreichen Kranken der Marburger Chirurgischen Klinik mit Milz- oder Leber-Ruptur.

Sehr gute Erfolge kann die Marburger Klinik mit der Bluttransfusion bei der Behandlung der Prostatahypertrophie aufweisen, einerseits dadurch, daß man die Kranken durch Bluttransfusion auf die Operation vorbereitete, oder andererseits die lästigen Blutungen nach Elektrokoagulation zum Stehen brachte.

Mußgnug-Heidelberg, berichtet von guter Wirkung bei posttraumatischer, völliger Harnsperre, die sich nur durch eine Bluttransfusion von 300 ccm beseitigen ließ; er sieht die Wirkung in der Lösung der Nierenspasmen.

Oehlecker, Dzialoszynski berichten von guten Erfolgen bei Jleus- und Pankreasnekrose.

Bei der Blutungsneigung der Cholämiker ist die Bluttransfusion für den Chirurgen ein wertvolles Hilfsmittel sowohl in Vorbereitung auf die Operation als auch bei den cholämischen Nachblutungen. Ferner spielen alle Folgen des mechanischen Jkterus: Okklusion, Kompression und Verlagerung der Gallenwege infolge entzündlicher oder toxischer Veränderungen für den Chirurgen eine große Rolle. Die Rückstauung der Galle ins Blut führt zu einer Jntoxikation durch die Cholsäure und zu komplizierten Stoffwechselstörungen, die zur Verzögerung der Blutgerinnung führen. Wildegans hat festgestellt, daß z. B. bei Choledochusverschluß im Verlaufe von drei bis vier Wochen der Thrombinspiegel im Blut stark fällt, während der Fibrinogengehalt erhalten bleibt. Der cholämische Organismus ist nicht befähigt, für die Bildung

des Fibrinfermentes notwendigen Substanzen schnell und reichlich zur Verfügung zu stellen. Es bleibt zweifelhaft, ob die Entstehung des Thrombins in seinen Vorstufen gehemmt ist, oder ob das Thrombin nicht zur Wirkung kommen kann. Der Erfolg der Bluttransfusion bei Cholämie tritt im allgemeinen immer prompt und sicher ein, sie ist vorübergehend und kann bei schweren Leberschädigungen sogar fehlen. Bei leichten Leberschädigungen, die fast immer im Gefolge eines Ikterus sind, beeinflußt eine Blattransfusion die Leberfunktion günstig. Bürkle de la Camp zieht zur Blutstillung bei herabgesetzter Gerinnungsfähigkeit, bei Haemophilie, bei cholämischen Blutungen, Bluttransfusion in kleinen Dosen einer großen Transfusion vor.

Die Bluttransfusionsbehandlung bei Haemophilie hat sich als überlegenes Heilmittel gezeigt. Ihre Wirkung bei dieser Krankheit ist eine mehrfache: Ersatz, Blutstillung, Reiz. (Beck, Clairmont, Haberland, Jagic, Kubanyi, Küttner, Oehlecker, Orth). Ob die Haemophilie auf Fehlen von Thrombogen, Thrombokinase oder auf Bildung von Antithrombin, auf Anomalie der Blutplättchen, auf Störungsfaktoren im Blutplasma zurückzuführen ist, ist noch nicht entschieden. Sahli wies nach, daß das Blut eines Haemophilen bei Zusatz von normalem Menschenblut in 6½ Minuten, ohne Zusatz jedoch erst in einer halben Stunde gerinnt. Eine dauernde Umstimmung der haemophilen Konstitution ist bisher noch nicht erreicht worden. Nach Hotz dauert der Fermentschutz 6—9 Tage.

W. M. B., ein 25jähriger haemophiler Mann, wird mit einer Schußverletzung am linken Daumen am 1. 7. eingeliefert; die Wunde blutet bereits seit 7 Tagen; trotz Clauden, Calcium. Umspritzen mit Suprarenin ist die Blutung, die oft bedrohlichen Charakter annimmt, nicht zum Stehen zu bringen. Am 11. 7. erste Bluttransfusion von 500 ccm, worauf die Blutung bald steht und erst am 16. 7. erneut einsetzt. Am 21. 7. erneute Transfusion von 600 ccm und Elektrokoagulation; daraufhin steht die Blutung bis zum 4. des nächsten Monats, an welchem Tage eine ganz leichte Blutung sich einstellt, die aber eine Transfusion nicht mehr erforderlich macht.

Eine weitere Verwendung lag vornehmlich bis 1926 in der Behandlung der perniziösen Anämie. Bis dahin war die Bluttransfusion das einzige Mittel, das immerhin einen gewissen Erfolg versprach. Nach Einführung der Lebertherapie durch Minot und Murphy ist die Bluttransfusion ein wertvolles Unterstützungsmittel geworden, sowohl als Blutersatz als auch Reizmittel. Die Bluttransfusion brachte nie Dauerheilung, wohl aber Besserung: Hebung des Allgemeinbefindens, Zunahme der Lebenslust, Besserung des Appetits. Verschwinden quälender Nebenerscheinungen. Jagic berichtet von Besserung nach 2, 3, 4 Bluttransfusionen.

Oehlecker und Orth empfehlen bei perniziöser Anämie große Bluttransfusion, um sofort ein Maximum an Wirkung hervorzurufen. Andere Autoren (Schramm) machen mehrere kleinere Transfusionen. Morawitz stellte bei der Anämiebehandlung fest, daß ein noch reaktionsfähiges und funktionsfähiges Knochenmark weder auf die Reize des eigenen anämischen Blutes, noch auf Arsenzufuhr ansprach, wohl aber auf Zufuhr von fremdem Blut.

Die Erfolge bei einer Reihe anderer Blutkrankheiten mit Transfusion sind wechselnd.

Transfusion sind wechselnd. Jagic konnte einen Fall von Agranulocytose heilen, desgleichen Hoche, der aber bei zwei Fällen keinen Erfolg hatte. Nach Kuttner und Oehlecker versagt bei Leukämie die Bluttransfusion. Nach Majanz haben Bluttransfusionen bei Morbus Banti mit haemolytischem Ikterus keine Wirkung. Enderlen, Jagic, Küttner, Oehlecker berichten von guten Erfolgen bei verschiedenen Formen von Thrombopenien — trotz mehrerer Transfusionen konnte in einem Fall von Thrombopenie in Marburg kein Erfolg erzielt werden —, bei Morbus maculosus Werlhofii, bei haemorrhagischen Diathesen.

Als Grundsatz bei Bluttransfusionen bei Blutkrankheiten ist folgendes zu beachten: Bei allen Erkrankungen des Blutes selbst und der Blutbildungsstätten, müssen die Bluttransfusionen zu einem Zeitpunkt vorgenommen werden, wo das erkrankte Gewebe noch fähig ist, auf einen Reiz ausgiebig und erfolgreich anzusprechen.

Die Behandlung von Infektionskrankheiten mit Bluttransfusion geht auf Haberland und Coenen zurück, die dieses Verfahren zum ersten Male bei Gasbrandinfektion erfolgreich anwandten. Hotz verspricht sich von einer Bluttransfusion bei Infekten keinen anhaltenden Erfolg. Immerhin ist eine Wirkung der Transfusion als Ersatz und als Reiz nicht abzustreiten. Bürkle de la Camp berichtet von Heilungen schwerer Allgemeininfektionen durch die Bluttransfusion, wobei er den Erfolg auf eine Steigerung der antibakteriellen und antitoxischen Abwehrmaßnahmen des erkrankten Organismus zurückführt. Die Bluttransfusion wirkt bakterizid, steigert aber auch die Leistungsfähigkeit aller Organfunktionen, besonders die der Leber und der Niere.

Nach Hempel will die Bluttransfusion nach Infektionen

1. die im Blut kreisenden Bakterien und ihre giftigen Stoffwechselprodukte, Toxine und Endotoxine durch die bakterizide Kraft des gesunden Blutes abtöten;
2. eine Leistungssteigerung aller Funktionen erzielen, die dann den Kranken selbst in die Lage versetzen sollen, die nötigen Abwehrstoffe zu bilden.

Hempel hält die zweite Wirkung für die sicherste. Vorbedingung ist aber, daß der erkrankte Organismus überhaupt auf einen Reiz antworten kann, daß er noch fähig ist, die Abwehrstoffe zu mobilisieren.

Oft ist auch der Versuch gemacht worden, solche Spender zu benutzen, die die zu bekämpfende Krankheit selbst durchgemacht haben, oder solche, die mit entsprechenden Vaccinen vorbereitet waren, so z. B. Typhusrekonvaleszenten. Die bakteriziden Kräfte des Blutes beruhen auf den mobilen Phagocyten (Leuko-, Lympho-, Myelocyten), den Alexinen, das sind die Eiweißkörper im Blutplasma, die die Infektionskeime schädigen, den opsoninen Bakterien, Tropinen und Lysinen, Fermenten und Produkten endokriner Drüsen. Diese Antistoffe sind äußerst labil. Wildegans sagt, daß die Bluttransfusion allein keine Sepsis heilen kann, da sie die Ausschwemmung der Bakterien nicht verhindert; sie trägt aber zur Vernichtung der in der Blutbahn kreisenden Keime und der Stoffwechselprodukte bei. Voraussetzung für einen Erfolg ist die frühzeitige Diagnose, die rechtzeitige Versorgung und Verstopfung der Infektionsquelle und die möglichst frühzeitige Anwendung der Bluttransfusion. Die Bluttransfusion darf bei Infektionen nicht als letztes Mittel versucht werden, wenn alles andere versagt hat, — sondern, sie muß frühzeitig erfolgen. Die operative Behandlung der Quelle der Allgemeininfektion und der eitrigen Metastasen ist immer notwendig, da die Bluttransfusion auf abgekapselte Herde oder fortschreitende Phlegmonen keinen unmittelbaren Einfluß hat.

Bürkle de la Camp spricht von einer dreifachen Wirkung der Bluttransfusion bei Allgemeininfektion:

1. Ergänzung der durch den toxischen Zerfall zugrundegehenden Erythrocyten;
2. Anreiz auf die Leukocytenbildungsstätte, auf das ganze reticulo-endotheliale System;
3. Zuführung von Antikörpern.

Nach Levine und Kartasewski-Leningrad, ist die Wirkung der Bluttransfusion bei Allgemeininfektionen allein auf den stimulierenden Effekt zurückzuführen.

Schiff zählt folgende Erkrankungen infektiöser Art auf, bei denen eine Bluttransfusion Erfolge zeigte: Bei Typhus bei rechtzeitiger Anwendung, bei Diphterie gravissima im Verein mit 10 000 bis 40 000 Diphterie-Antitoxin-Einheiten, bei Scharlach durch Blut von „Scharlachstreptokokkenantitoxinträgern“ (Schultz), bei Poliomyelitis durch Blut von Rekonvaleszenten im praeparalytischen Stadium, bei Meningokokkenmeningitis (Dzialoszynski), bei Sepsis (Gelenkeiterungen, Osteomyelitis). Gelegentlich wurden Erfolge gesehen bei Pneumokokkenperitonitis, Lippenfurunkel und Erysipel.

Bei schweren Vergiftungen mit Kohlendioxyd, Kohlenoxyd, Nitrobenzol, Kaliumchlorid, bei Pilzvergiftungen, Hedonal-, Strychnin-, Morphium-, Phosphor-, Chloroform-, Äthervergiftungen, wirkt die Bluttransfusion nach einem Aderlaß, der einen Teil des vergifteten Blutes entzieht (Dzialoszynski, Jagic, Majanz, Oehlecker). Sie wirkt durch die Zufuhr von Eiweißstoffen, Hormonen, Antikörpern, Komplementen, durch Resistenz- und allgemeine Leistungssteigerung.

Am ungünstigten ist die Behandlung der Vergiftungen, die mit Methaemoglobinbildung und Haemolyse einhergehen.

Majanz glaubt, daß dabei aber die Behandlung hauptsächlich in der Bluttransfusion liegt, die die ihrer Funktion beraubten Erythrocyten ersetze: rechtzeitiger Aderlaß und systematische Bluttransfusionsbehandlung können das Leben des Kranken verlängern und retten.

Bürkle de la Camp berichtet von guten Erfolgen bei schweren Verbrennungen durch Bluttransfusion und vorhergehendem Aderlaß. Oehlecker, Jagic, Dzialoszynski empfehlen ebenfalls Bluttransfusion bei Verbrennung.

Neuerdings wendet man die Bluttransfusion auch bei Fettembolie bei Zertrümmerungsfrakturen an, nachdem vorher ein großer Aderlaß möglichst viel fetthaltiges Blut entfernt hat. (Henschen).

Ein ganz neues Anwendungsgebiet der Bluttransfusion liegt in dem mit der Haemolyse des Spenderblutes einhergehenden Transfusions-Schock.

Wildegans macht einen Unterschied zwischen akuter und verzögerter haemolytischer Krise; im ersteren Fall zeigen sich die primären Reaktionen sofort nach der Transfusion. Ist die Haemolyse geringen Grades, so können sich die bedrohlichen Symptome schnell wieder zurückbilden; bei den schwersten Reaktionen kann der Tod innerhalb weniger Minuten eintreten.

Die Schnelligkeit des Haemolyseeintritts hängt von der Reaktionsfähigkeit des Empfängers ab. Das Blutbild zeigt bei der Haemolyse einen Sturz der Leukocyten, der Erythrocyten und der Thrombocyten. Sekundäre Symptome sind Ikterus; ferner Oligurie, bezw. Anurie, die im Laufe weniger Tage unter urämischen Erscheinungen zum Tode führen können, aber auch rückbildungsfähig sind. Nicht immer sind die Begleiterscheinungen der Haemolyse so stürmisch; fließende Übergänge, 1—4 Stunden post transfusionen, führen zu retardierten Transfusionskrisen; Spätbaemolyse kommt selten vor. Therapeutische Eingriffe, wie: Dekapsulation der Nieren, waren in ihrem Erfolge schwer zu beurteilen; auch der Nutzen der Zufuhr alkalischer Wässer ist zweifelhaft, desgleichen Aderlaß, Adrenalininjektionen, Kochsalzinfusionen.

Hesse und Filatov zeigten andere Wege: Eine erneute, gruppengleiche oder gruppenverträgliche Bluttransfusion soll imstande sein, den Nierenpasmus nach Haemolyse sofort und dauernd zu lösen; sie empfehlen auf Grund ihrer Versuche bei Haemolyse eine sofortige neue Bluttransfusion, oder Zuführung konservierten Blutes (desgleichen Bogina).

Heinatz und Sokolow empfehlen zur Bekämpfung des haemolytischen Schocks Plasmatransfusionen unter folgenden Bedingungen: Das zur Heilung akuter Haemolyse verwandte Mittel muß absolut unschädlich sein und darf unter keinen Umständen die Haemolyse verstärken. Heinatz und Sokolow finden im Plasma der Gruppe AB ein Plasma universale, das vor dem Universalspender O den Vorzug hat, daß es in seiner Dosis nicht beschränkt ist.

Die Zeit zwischen der alten und der neuen Transfusion soll möglichst kurz sein; es soll mehr als 200—300 ccm Blut übertragen werden.

Während ich in dem vorhergehenden Abschnitt auf die Bluttransfusion im Dienste der Chirurgie eingegangen bin, soll jetzt eine kurze Übersicht die segensreiche Wirkung der Blutüberleitung in den anderen medizinischen Fachgebieten zeigen.

Obwohl in der Geburtshilfe große Blutverluste im allgemeinen gut vertragen werden, kommt es aber auch da schon zu Bluttransfusionen: bei Atonie, bezw. Hyptonie des Uterus in der Nachgeburts- und in der Nachgeburtsperiode, Uterusrupturen, Placenta praevia, vorzeitige Placentalösung, rupturierte Tubargravidität. Bei Metrorrhagien, Uterusmyomblutungen, bei Eklampsie zeigte die Bluttransfusion oft hervorragende Wirkung. Oft wurde sie mit Erfolg bei Eklampsie (Haselhorst, Hempel), Schwangerschaftstoxikosen, bei Hyperemmesis gravidarum perniciosa (Haselhorst), ferner bei puerperalen eitrigen Allgemeininfektionen, bei perniciosaähnlichen Schwangerschaftsanämien angewandt.

In der Kinderheilkunde ist mit der Transfusion vorsichtig zu verfahren. Opitz hat die besonderen Verhältnisse beim Säugling und Kleinkind klargelegt. Die Blutmenge, die übertragen wird, muß im Verhältnis zur Entwicklungsstufe des Kindes stehen (15—20 ccm auf 1 kg). An erster Stelle stehen die alimentären Anämien, wobei Opitz glaubt, daß die Bluttransfusion durch die Zufuhr funktionstüchtiger und lebensfähiger roter Blutkörperchen das erythropoetische System entlaste. Weiter ist die die Bluttransfusion bei Melaena neonatorum, bei Vorbereitung heruntergekommener Kinder zur Operation (Pylorusspasmus, Osteomyelitis acuta, Pleuraempyem, Hasenscharte), bei schweren Verbrennungen, bei Diphterie, Scharlach und der Heine-Medinschen Krankheit dringend zu empfehlen.

Als Injektionsstelle wird beim Kinde eine Schädelvene, selten auch der Sinus lengitudinalis benutzt, der durch die große Fontanelle bei Kindern punktiert wird. Ferner wird beim Kinde die intraperitoneale Methode bevorzugt; doch kommt es hierbei oft zu Reizerscheinungen des Peritoneums.

Die Dermatologie berichtet über günstige Bluttransfusionserfolge bei Impetigo herpetiformis, bei Pemphigus vulgaris, Dermatitis arsenicalis nach Salvarsan, Golddermatitis.

Kontraindikationen.

Nicht immer ist eine Blutüberleitung angebracht. Wildegans spricht von absoluten und relativen Kontraindikationen: Absolut kontraindiziert ist die Bluttransfusion bei allen organischen Herzleiden, bei denen eine Dekompensation besteht oder sich zu entwickeln droht. Es besteht dabei die Gefahr der Überlastung von Herz und Kreislauf. Akute Herzdilatation und folgende Herzinsuffizienz können sehr schnell zur Katastrophe führen. besonders aber dann, wenn die Bluttransfusion zu stürmisch erfolgt. Kranke mit Myokarditis nach Diphtherie sind besonders gefährdet. Gravidität erfordert Vorsicht. Pneumonie und starke Bronchitis können zu Lungenoedem führen durch allzugroße Belastung des kleinen Kreislaufs. Nierenkrankheiten mit Oligurie, bezw. Anurie, sind nach Wildegans strikte Kontraindikationen, da dabei die geringste Transfusionsstörung den lebensbedrohlichen Zustand durch vollständige Drosselung der Nierensekretion durch Haemoglobininfarkte verschlechtern kann. Akute und chronische Nephritis sind von der Transfusionsbehandlung auszuschließen. — Wildegans verwirft ferner die Bluttransfusion bei Krankheiten des weißen Blutapparates, da sie mehr Nachteile als Vorteile bringe. Jagic hält auch Leukämie (Myelose und Lymphadenose) für eine Kontraindikation. Unger bestreitet, daß es in bedrohlichen Fällen eine Kontraindikation gibt, es bestehe vielmehr die Frage, ob die Transfusion indiziert ist oder nicht, nicht aber, ob direkte Gegengründe vorliegen; bei Krankheiten, bei denen immer und immer wieder nur Versager erlebt wurden, sollte auf die Transfusion verzichtet werden. Neben den schweren Nierenerkrankungen und organischen Herzleiden soll eine Transfusion dort nicht ausgeführt werden, wo eine starke Neigung zu Thrombose und Embolie besteht.

Zusammenfassung.

Nach einem Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Bluttransfusion schildert die Arbeit weiter die Grundlagen, die der Bluttransfusion zu ihrem Siegeszug verhalfen und Grundbedingung für einen reibungslosen Ablauf sind: Blutgruppen und ihr charak-

teristisches Verhalten, Wirkung des gespendeten Blutes auf das empfangende Blut, Verträglichkeit der Blutgruppen untereinander, Blutgruppenbestimmung nach Moß, Kubanyi, Nürnberger, Mandelstamm, biologische Vorprobe nach Oehlecker. Auf Spenderauswahl ist größtes Gewicht zu legen und nur solche Spender sind zu verwenden, bei denen Vorgeschichte und Befund Sicherheit von Vorhandensein gesunden Blutes geben. Damit im Notfalle immer ein Spender zur Verfügung steht, ist eine bestimmte Organisation und karthothekmäßige Erfassung untersuchter Spender erforderlich. Zur Blutgruppenbestimmung genügt Vorprobe nach Moß und zu Beginn der Transfusion biologische Vorprobe nach Oehlecker. Abgelagerte Testsera sollen nicht verwendet werden.

Die Gefahren der Bluttransfusionen sind mechanischer und infektiöser Art (Luftembolie, Gerinnselbildung, Infektion), ferner biologischer Art wie Agglutination und Haemolyse, wobei Untergruppen, Kälteagglutinine und andere Rezeptoren, ferner Agglutinationstiter eine nicht vorauszusehende Gefahrenquelle bilden.

Die leichteren Transfusionsreaktionen, wie Temperaturanstieg, urticariaähnliche Hautveränderungen, sind harmlos und haben mit Haemolyse nichts zu tun; für solche Transfusionsreize sind Kranke mit Infektionen und Blutkrankheiten mit Haemophilie und vor allem mit haemolytischem Ikterus besonders empfindlich. Schwerer sind die Erscheinungen bei Überleitung unstimmigen Blutes; oft ist der Verlauf tödlich, da es durch Zerstörung der artfremden Substanzen zur Insuffizienzerscheinungen der damit belasteten Organe: Herz, Gefäße und Nieren, kommt. Filatov lehnt die Verstopfungstheorie (Hempel) ab und macht für die Oligurie und Anurie einen Spasmus der Nierenarterien verantwortlich, da die im Blut kreisenden, artfremden Substanzen einen Reiz in den vegetativen Zentren setzen. Nach Untersuchungen von Tropp und Borchardt, Petroff und Bogolomowa steht fest, daß die Erythrocyten stärker toxisch wirken als das Blutserum; die Todesfälle nach Bluttransfusionen betrugen 1873 = 56 Prozent, 1920 = 46 Prozent, 1928, nach amerikanischer Statistik 3 Prozent, 1933 = 1—2 Prozent (Wildegans), nach Boller (Wien) = ½—1 Prozent.

Die gebräuchlichsten Bluttransfusionsverfahren direkter Art sind die nach Oehlecker (Zwei-Wegehahn und Glasspritzen), nach Beck (Schlauchpumpe), nach Kimpton-Brown-Percy (paraffinüberzogener Glastubus), nach Neubauer und Lambert (Athrombitbecher und Athrombitröhre mit Gebläse).

An ein gutes Verfahren sind folgende Forderungen zu stellen: Einfachheit, Zuverlässigkeit, geringstmögliche Blutschädigung, Dosierbarkeit, Tempobemessung, vollkommene Trennung von Spender und Empfänger, Möglichkeit der biologischen Vorprobe, Aus-

schaltung jeglicher Infektionsgefahr, Möglichkeit der Infusion sowohl beim Spender als auch beim Empfänger.

Die indirekten Transfusionsverfahren — Überleitung defibrinierten oder in seiner Zusammensetzung durch chemische Mittel veränderten Blutes — benutzen, um eine Gerinnung zu verhüten, Natriumcitrat. Die Amerikaner bevorzugen eine 4prozentige Natriumcitratblutmischung, d. h. auf 250 ccm Blut kommen 10 ccm einer 10prozentigen Natriumcitratlösung. Die Apparate nach Lewissohn und Brines sind Verfahren indirekter Art.

Die Marburger Chirurgische Universitätsklinik hat eine sehr brauchbare Methode ausgearbeitet, die auch überall dort ausgeführt werden kann, wo kein eigener Bluttransfusionsapparat zur Verfügung steht. Die Methode bedient sich dabei dreier 10 ccm-Spritzen, die nach Gebrauch jedesmal mit einer Natriumcitratlösung ausgespült werden. Ein Arzt entnimmt beim Spender Blut, ein zweiter injiziert beim Empfänger, während die Operationsschwester die dritte Spritze spült. Es tritt keine Stockung ein, so daß die Bluttransfusion einschließlich der biologischen Vorprobe in 10—15 Minuten beendet ist. Die Methode erfüllt alle aufgestellten Forderungen.

Ein neues Verfahren ist die Transfusion konservierten Blutes. Zur Konservierung sind folgende Verfahren vorgeschlagen:

1. ½ Liter Blut wird mit 350 ccm einer 3,8prozentigen Natriumcitratlösung und mit 850 ccm einer 5,4prozentigen Dextroselösung gemischt. Vor dem Gebrauch wird die Flüssigkeit abgegossen und das Blutkörperchensediment in einer 0,9prozentigen Natriumchloridlösung oder in einer 2,5prozentigen Gelatinelösung oder in einer 2—3prozentigen Gummiarabikumlösung aufgelöst.
2. Es wird eine Mischung von 3 Teilen Erythrocyten, 2 Teilen einer isotonischen Kochsalzlösung und 5 Teilen einer isotonischen Dextroselösung hergestellt.
3. Von Rußland wird die sog. IPK-Flüssigkeit vorgeschlagen: Natriumcitrat 5,0, NaCl 7,0 $MgSO_4$, 0,04, KCl_2 0,2, Aqua bidestillata 1000,0, womit das Blut zu gleichen Teilen gemischt und bei Zimmertemperatur aufbewahrt wird. Die Verwendungsfähigkeit wird von Rous und Turner auf 14 Tage von Opitz auf 5 Wochen angegeben.

Leichenbluttransfusionen sind von Sakajan angegeben und ausgeführt worden; er entnahm 2—8 Stunden post morten das Blut durch Punktion der unteren Hohlvene; in dieser Zeit ist das Blut in seiner Vitalität noch nicht gestört.

Eigenbluttransfusionen sind 1914 von Thies angegeben und im Kriege bei Milz- und Leberruptur öfters ausgeführt worden. Ist dabei das Blut zur direkten Injektion unbrauchbar, so empfiehlt Kubanyi Haematoclysmen als ideale Nährclysmen.

Tierblutinjektionen sind von Bier angegeben worden, da das zersetzte, fremdartige Blut einen besonders starken Reiz bildet. Die Wirkung der Bluttransfusion läßt sich nach Hempel in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Substitutionstherapie,
   a) Bei akuten und chronischen Blutverlusten,
   b) bei haemorrhagischer Diathese.
2. Porteinkörpertherapie bei sekundären Anämien aller Art zum Anreiz des haematopoetischen Apparates.

Die roten Blutkörperchen bleiben nach Hotz 6 Wochen, nach Oehlecker 3—4, nach Hempel 3 Wochen, nach Ashby 1 bis 2 Monate funktionstüchtig; die Substitutionstherapie zeigt sich am deutlichsten am Anstieg der Erythrocyten und des Haemoglobins nach der Transfusion:

Die Indikation für eine Bluttransfusion besteht:

1. Beim akutem, lebensbedrohlichem Blutverlust, wo alle Salzlösungen und Blutersatzflüssigkeiten nichts mehr helfen können, wo aber lebendes Blut noch oft das entfliehende Leben stellen kann. Die übertragene Blutmenge soll dabei groß sein.
2. Bei Bekämpfung des mit Blutung einhergehenden Wundschocks, wo trotz Wärme und Infusion der Blutdruck auf 80 bis 70 mm und darunter sinkt.
3. Bei chronischen rezidivierenden Blutungen, bei parenchymatösen Blutungen, bei blutenden Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren.
4. Bei allen operativen Eingriffen, wo ein Verdacht auf Gerinnungshemmung vorhanden ist (Cholaemie).
5. Bei Nachblutungen bei Operationen im Magen-Darmkanal.
6. Bei Haemophilie, wobei der durch die Bluttransfusion erreichte Fermentschutz 5—9 Tage andauert.
7. Bei perniciöser Anaemie, wo auch heute die Bluttransfusion als Unterstützungsmittel nicht zu unterschätzen ist, bei Agranulocytose (Jagic, Hoche), bei Thrombopenie (Enderlen, Hotz, Küttner, Oehlecker); an der Marburger Klinik konnte ein Fall von Thrombopenie trotz mehrfacher Bluttransfusion nicht geheilt werden.
8. Als Vorbereitung zur Operation und als Unterstützungsmittel nach größeren Eingriffen.
9. Bei Prostatahypertrophie hat die Marburger Klinik gute Erfolge mit der Bluttransfusion, durch die man zunächst Patienten operationsreif machte, dann aber auch die lästigen Blutungen nach Elektrokoagulation zum Stehen brachte.
10. Bei posttraumatischer, völliger Harnsperre (Mußgnug).

11. Bei Allgemeininfektionen (Haberland, Coenen, Bürkle de la Camp), wo nach Bürkle de la Camp die Wirkung eine dreifache ist:
    a) Ergänzung der durch den toxischen Zerfall zugrundegehenden Erythrozyten;
    b) Anreiz auf die Leukocytenbildungsstätte, auf das ganze reticulo-endotheliale System;
    c) Zufuhr von Antikörpern.
12. Bei Infektionskrankheiten (Typhus, Diphtheria gravissima, Scharlach, Poliomyelitis, Meningokokkenmeningitis).
13. Bei schweren Vergiftungen mit CO_2, CO, Nitrobenzol, bei Pilzvergiftungen, bei Vergiftungen mit Hedonal, Strychnin, Phosphor, Morphium nach vorhergehendem Aderlaß, bei schweren Verbrennungen.
14. Bei Transfusionsscheck (Hesse, Filatov).

Auch in der Geburtshilfe, in der Kinderheilkunde, in der inneren Medizin, sowie in allen anderen Disziplinen hat die Bluttransfusion ihre Anwendungsgebiete gefunden.

Kontraindiziert ist die Bluttransfusion bei allen organischen Herzleiden, bei Nierenkrankheiten mit Olig- bezw. Anurie (Wildegans), bei Leukämie (Jagic), bei Thrombose- und Embolieneigung.

Zum Schlusse der Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Klapp für die Überlassung des Themas und für seine, sowie des Herrn Dr. med. habil. Lauber Anregungen und Unterstützung zu danken.

Schriftennachweis.

1. Alexandrowicz: Ueber die mittelbare Transfusion konservierten Blutes. Polska Gaz. 1935. 604/05.
2. Anschütz: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chirurg. Bd. 133. 1924. 70 f.
3. Baetzner: Ueber die inneren Ursachen des Verblutungstodes. Chirg. Kong. Verh. 1924. 87.
4. Beck: Ueber 3000 Bluttransfusionen. Dt. Ges. f. Chir. 1933. Berlin.
5. Beck: Ueber Bluttransfusion. Münchn. Med. Wochenschr. 1925. 400.
6. Becker u. Schütz: Die postoperative Blutregeneration. Beitr. z. klin. Chir., Bd. 143. 1928. 637.
7. Bier: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 143.
8. Böttner: Bluttransfusion. Ztrlbl. f. Chir. 1930. 251.
9. Bogina: Haemolytischer Schock, durch die Methode von Hesse-Filatow geheilt. Ztrlbl. f. Chir. 1935. 1936.
10. Bogonolek: Ueber den Mechanismus der Wirkung bei der Bluttransfusion. Zorg. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgebiete. Bd. 74. 282.
11. Boller u. Falta: Ueber Bluttransfusionen in der inneren Medizin. Klin. Wochenschr. 1934. Nr. 32/33.
12. Boller: Wirkungen und Indikationen d. Bluttransfusion. Dt. Med. Wochenschr. 1935. Nr. 49.
13. Bogdanow-Beljajewa-Majanz: Einfluß der Bluttransfusion auf die Funktion des Knochenmarks. Mitt. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 41. 700—714.
14. Breitner: Bluttransfusion. Ztrlbl. f. Chir. 1928. 95.
15. Bürkle de la Camp: Ueber die Behandlung der Allgemeininfektion mit Bluttransfusion. Dt. Ztschr. f. Chir. 1931. Bd. 231. 237—242.
16. — — Bluttransfusionen bei inneren Krankheiten. Z. Org. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgeb. Bd. 74. 282.
17. — — Beitrag zur Frage der schädlichen Folgen der Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. Bd. 146. 263—274.
18. — — Bluttransfusion bei inneren Krankheiten. Zeitsckr. f. ärztl. Fortbld. Jahrgg. 32. Nr. 13. 1935.
19. — — Diskussion zur Bluttransfusion. Z. Org. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgeb. Bd. 74. 281 ff.
20. — — Vereinfachte Bluttransfusionsröhre aus Athrombit. Zbl. f. Chir 1931. 854–857.
21. — — Die Bluttransfusion. Dt. Ztschr. f. Chir. 1931. Bd. 239. 1933. 1.
22. — — Ueber die Unzulänglichkeit der Testsera. Dt. Ztschr. f. Chir. Bd. 240. 1933. 450.
23. — — Die praktische Bedeutung der Blutgruppenforschung im Handb. d. d. Blutgruppenkunde. München 1932. J. F. Lehmann.
24. Burzewa: Kleine Plasmamengen zur Blutstillung. Münchn. Med. Wochenschr. Nr. 15. 1936. 620.
25. Clairmont: Disskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 70–71.
26. — — Bluttransfusion. Ztrlb. f. Chir. 1928. 98.
27. — — u. a.: Die Bekämpfung des Blutverlustes durch Transfusion und Gefäßfüllung. Leipzig 1928.

28. Denk: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. Bd. 133. 1924. 75 f.
29. Domanig: Die Bluttransfusion bei Cholämie. Zl. f. Chir. 1931. 1184 bis 1187.
30. Dzialoszynski: Die Bluttransfusion im Sinne der Entgiftung. Med. Klin. 1930. 11—14; 1931. 1079.
31. — — Erfahrungen an 300 Bluttransfusionen. Dt. med. Wochenschr. 1930. 500.
32. Enderlen: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 76—77.
33. Erbslöh: Die Anwendung der Bluttransfusion beim Puerperalfieber und Sepsis post Abortum. Münchn. Med. Wschr. 1836. 327.
34. Filatow: Zur Frage üb. d. Einfluß d. Bluttransfusion auf d. Funktion des Knochenmarks. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 161.
35. Filatow, Blinow, Doepp: Ueber Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 184. 1936. 647—666.
36. Filatow, Majanz, Kartasevsky, Doepp: Anzeichen der Bluttransfusion und deren Ergebnisse bei 1242 Fällen. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 161. 309.
37. Floercken: Zur Frage der direkten Bluttransfusion durch Gefäßnaht. Zbl. f. Chir. 1911. Nr 9.
38. — — Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 134. 84.
39. Carry: Bluttransfusion als therapeutisches Mittel mit besond. Berücksichtigung d. Wirkung bei Behandlung von Infektionen. Arch f. klin. Chir. 1930. Bd. 161. 564—572.
40. Grunke: Haemorrhagische Diathese und Blutstillung. Zbl. f. inn. Med. Med. 1935. Nr. 44.
41. v. Haberer: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 73—74.
42. Haberlandt: Zur Bluttransfusion. Ztrlbl. f. Chir. 1931. Nr. 14.
43. — — Die direkte Bluttransfusion bei Gasbazillensepsis. Dt. Med. Welt. 1920. 7.
44. Haselhorst: Unsere Erfahrungen mit dem Bluttransfusionsapparat nach Beck. Zbl. f. Chir. Nr. 35. 1925.
45. Heinatz u. Sokolow: Plasmatransfusion als Methode der Wahl in der Behandlung des haemolytischen Schocks Zbl. f. Chir. 1935. 1753 bis 1755.
46. Hempel: Bluttransfusion in der Chirurgie. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 132.
47. Henschen: Bluttransfusion des körpereigenen Blutes. Zbl. f. Chir. 1916 201.
48. — — Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f klin. Chir. Bd. 133.
49. Hesse u. Filatow: Neue praktische Ausblicke auf die Möglichkeit der Behandlung des haemolytischen Schocks bei der Bluttransfusion im Lichte experimenteller Forschung, Ztrlbl. f. Chir. 1932. 2674.
50. Hesse: Ueber das Wesen und die Behandlung des haemolytischen Schocks nach Bluttransfusion. Münchn. Med. Wochenschr. 1936. Nr. 19. Zbl. f. Chir. Bd. 163.
51. — — Ueber die Verwendung des sogenannten Universalspenders in der klinischen Praxis. Münchn. Med. Wochenschr. 1936. Nr. 15. 620.
52. Hoche: Erfahrungen bei operativen Eingriffen, sowie bei der Blutübertragung an Kranken mit akuter oder chronischer Malaria. Münchn. Med. Wochenschr. 1936. 573.
53. Hohlbaum: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. Bd. 133. 1924. 71—72.

54. Höst: Zur Technik der Bluttransfusion. Dt. med. Wschr. 1922. Nr. 39.
55. Hotz: Zur Technik der Bluttransfusion. Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100. H. 1.
56. — — Infusion und Transfusion. Hdb. d ges. Therap. 1927. Bd. 6. 115.
57. Hotz: Zur Technik der indirekten Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1923. Nr. 33.
58. — — Ueber Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1923 Nr. 51.
59. Irger, Ssossonkin und Maselewa: Die Anwendung konservierten Blutes in der Klinik. Münchn. med. Wschr. 1936. Nr. 15. 620.
60. Jagic: Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1928. 94—95.
61. Jüngling: Bluttransfusion vnn Vene zu Vene mittels der dreiläufigen Spritze „Rotanda". Zbl. f. Chir. 1925. 2475—78.
62. Just: Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1928. 95 - 96.
63. Kallius, Mertenskötter: Das Verhalten der Bakterizidie bei septischen Prozessen im Tierexperiment; ref. in: Zbl. f. Chir. 1934. Nr. 39. 2297.
64. Kirschner: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin, Chir. Bd. 133. 1924. 68 70.
65. Kirschner, Nordmann: Die Chirurgie. Bd. 1—33 ff. 476 ff. 873 f. Bd. 6, II. Teil. 131. 1185 ff.
66. Klaften: Die Todesfälle nach Bluttransfusion. Dt. med. Wschr. 1931. I. 498.
67. Knauer: Die Bluttransfusion im Kindesalter. Beitr. Arch. f. Kinderhlkde. 1936. Heft 7.
68. Köhler: Transfusion und Infusion seit 1830. Gedenkschrift für Rud. v. Leuthold, 1906. Bd. 2.
69. Kraft: Beitrag zur Bluttransfusionsfrage, Arch. f. klin. Chir. Bd. 134. 834.
70. Kreiner: Neuere Gesichtspunkte zur Blutgerinnung in der Chirurgie. Dt. Ztschr. f. Chir. 1934. Bd. 255. 728.
71. Krüger: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 80.
72. Kreuter: Wiederinfusion einer intraabdominellen Massenblutung nach Leberruptur. Zbl. f. Chir. 1917. 765.
73. Kubanyi: Die Bluttransfusion. Wien und Berlin 1928. Urban und Schwarzenberg.
74. — — Blutstillung durch Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1925. Bd. 135.
75. Küttner: Die Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 360—79.
76. Kunz: Zur Frage der Tierbluttransfusion. Zbl. f Chir. 1928. 95.
77. Kusaba: Vers. der japanischen Gesellsch. für Chirurgie.
78. Lampert: Die Methode der Wahlen für die Bluttransfusion. Zbl. f. f. Chir. 1930. Nr. 4. 249.
79. Landois: Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1930. 2806—07.
80. Lexer: Lehrbuch der allgemeinen Chirurgie, 1931.
81. Lenin u. Kartasewskig: Die Bluttransfusion bei der eitrigen Allgemeininfektion. Dt. Ztschr. f. Chir. 1936. Bd. 226. 501.
82. Magnus: Diskussion zum Wesen und ursächlichen Behandlung der Haemophilie. Zbl. f, Chir. 1931 859.
83. Majanz: Bluttransfusion in 21 Fällen von Vergiftungen, die von Methaemoglobin gefolgt waren. Z. Drg. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgebiete. Bd. 76. 343.
84. Mendelbaum, Saperstein: Uebertragung von Syphilis durch Bluttransfusion. J. americ. med. Assoc. 106. Nr. 13. 1936.
85. Merke: Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1928. 96.
86. — — Indikationen und Erfolge der Bluttransfusion. Z. Org. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgeb. Bd. 76. 343.

87. Merke: Zur Technik der indirekten Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1923. II. 1275.
88. Morawicz: Ueber Bluttransfusion. Münchn. Med. Nachr. 1925. 2080.
89. — — Die Behandlung schwerer Anämien mit Bluttransfus. Münchn. Med. Wschr. 1907. 767.
90. Moritsch, Wittmann: Zehn Jahre Bluttransfusion. an der ersten chirurgischen Klinik zu Wien. Dt. Ztschr. f. Chir. Bd. 236. 669.
91. Moritsch: Diskussion zur Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1928. Nr. 2. 98.
92. Mußgnug: Von Bluttransfusionen bei Nierenfunktionsstörungen chirurgisch Kranker. Der Chirurg 1936. Heft 23. S. 124 zit. i. d. Med. Wschr. Nr. 2. 1937.
93. Nather u. Ochsner: Ueber Bluttransfusion. Münchn. Med. Wschr. 1925. 108.
94. Nieden: Eine neue mehrwegige Injektionsspritze. Zbl. f. Chir. 1924. 2695.
95. Oehlecker: Disskussion der Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 72—73.
96. — — Bluttransfusion. Ergebn. d. ges. Med. 1926.
97. — — Haemolyse trotz Blutgruppenbestimmung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 152. 1928. 477.
98. — — Uebertragung latenter Malaria bei direkter Bluttransfusion. Dt. Med. Wschr. 1920. 37.
99. — — 40 Bluttransfusionen mit meiner Methode d. direkt. Uebertragung von Vene zu Vene. Münchn. Wschr. 1919. Nr. 32. 895.
100. — — Erfahrung aus 170 direkten Bluttransfusionen von Vene zu Vene. Arch. f. klin. Chir. Bd. 116. 705 f.
101. — — Bluttransfusion Zbl. f. Chir. 1930. 2864—65.
102. Opitz: Die Bluttransfusion in der Pädiatrie. Münchn. Med. Wschr. 1925. 2080.
103. — — Wirkungsweise und Anwendung der Bluttransfusion bei Kindern. Dt. Med. Wschr. 1924. Nr. 37. 1248.
104. — — Die Immuntransfusion. Monatsschr. f. Kinderhlkde. 56.
105. Orth: Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1928. 99.
106. Petroff, Bogomolowa: Ueber die toxische Wirkung der verschiedenen Bestandteile heterogenen Blutes mit dem tierischen Organismus. Arch. f. klin. Chir. 1936. 184. 522—35.
107. Peterson: Werte und Einschränkung der Bluttransfusion. Z. Org. d. ges. Chir. u. i Grenzgeb. 334. Nr. 22.
108. Plehn: Die Behandlung der Magen- und Duodenalgeschwüre mit großen Bluttransfusionen. Dt. Med. Wschr. 1926. 1120—23.
109. Peiser: Eigenbluttransfusion nach Milzzerreißung. Zbl. f. Chir. 1917. 71.
110. Ranft: Autotransfusion nach Milzruptur und Milzdurchschuß. Zbl. f. Chir. 1917. 1019; 1918. 848.
111. Rüdel: Schützen die gebräuchlichsten Hilfsmittel vor den Gefahren der Bluttransfusion? — Dt. Ztschr. f. Chir. Bd. 236. 1932. 43.
112. v. Seemen: Zur Entstehung, Vermeidung und Bekämpfung der unmittelbaren Operationsschädigungen. Münchn. Med. Wschr. 1928. 1239.
113. Schiff: Die Blutgruppen und ihre Anwendungsgebiete. Springer, Berlin 1933.
114. Schlegel: Empyembehandlung und Bluttransfusion. Monatsschrift f. Kinderhlkde. Bd. 64. 1936, H. 5 u. 6.
115. Schlössmann: Wesen und ursächliche Behandlung der Haemophilie Zbl. f. klin. Chir. 1931. Nr. 14. 859.
116. Schramm: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 77.

117. Simonis: Réactions sanguiniés paradoxales observées à l'occasion transf. Paris med. 1935. 2. 319--34; ref.: Z. Org. f. d. ges. Chir. u. i. Grenzgeb 369.
118. Schultz: Wie stelle ich in der Praxis die Blutgruppe fest? Ztschr. f. ärztl. Forteld. 1932. Nr. 15.
119. Spiller: Bluttransfusion ohne Apparat. Dt. Med. Wschr. Nr. 49. 1935.
120. Stahl: Die Erfolge der Bluttransfusion bei Sepsis. Zbl. f. Chir. 1936. 2918—19.
121. Steffen: Handbuch der Blutgruppenkunde. München 1932. J. F. Lehmann.
122. Stegemann: Blutstillung durch Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 122. 759.
123. Stich: Blutstillung und Blutungsverhütung. Arch. f. klin. Chir. 1930. Bd. 162. 279—324.
124. Szassvay: Ergebn. d. Bluttransfusion b. chirurgisch Kranken, Bruns Beitr. z. klin. Chir. Bd. 161. 480.
125. Takeshita: Mitteilungen an die med. Ad.
126. Thiess: Diskussion zur Bluttransfusion. Arch. f. klin. Chir. 1924. Bd. 133. 75—6.
127. Torraca: Transfusionen von Zitratblut. Z. Org. f. d. ges. Chir. u. i. Grenzgeb. Bd. 74. 282 f.
128. Uffreduzzi: Ueber Bluttransfusionen. Z. Org. f. d. ges. Chir. u. i. Grenzgeb. Bd. 74. 281 ff.
129. Yudin: Transfusionen von Leichenblut. J. amerc. med. Ass. 106. Nr. 12. 1936.
130. — — Ein Versuch der Bluttransfusion von der Leiche. Zbl. f. Chir. 1931. Nr. 11. 671.
131. Weiß: Zwei Todesfälle nach Bluttransfusion Zbl. f. Chir. 1931. 676—81.
132. Wildegans: Die Bluttransfusion in Theorie und Praxis. Springer, Berlin 1933.
133. — — Todesfälle nach Bluttransfusion. Zbl. f. Chir. 1930. 805—6.
134. — — Blutstillung durch Transfusion. Arch. f. klin. Chir. 136. 627—51.
135. Zühlke: Rektale Seruminfusionen anstatt Bluttransfusionen. Med. Klin. 1936. Nr. 43. 1465.

Lebenslauf.

Am 21. Mai 1913 bin ich, Hans Maurer, als Sohn des Volksschullehrers Johann Maurer und seiner verstorbenen Frau Gemahlin Gertrud, geb. Heinz-Fischer, zu Eisweiler/Saar, geboren.

Nach 4-jährigem Besuch der Volksschule ging ich auf das humanistische Gymnasium zu St. Wendel über, wo ich nach 9 Jahren — Ostern 1932 — die Reifeprüfung bestand.

Die ersten Semester studierte ich an der Philipps-Universität zu Marburg Medizin, und legte am 8. August 1934 die ärztliche Vorprüfung ab. Die beiden nächsten Semester verbrachte ich in Freiburg i./Br. Im WS. 1935/36 kehrte ich nach Marburg zurück, meldete mich dort am 1. Juni 1937 zu dem im Herbst 1937 beginnenden Prüfungstermin und beendete das Staatsexamen am 16. Dezember 1937.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:

in Marburg: Alverdes, Baur (†), Becher, Boeminghaus, Claussen, Dabelow, Dittler, Enke, Foerster, Freudenberg, Göppert, Grüneisen, Grüter, Habs, Hempel, Jacobshagen, Jaeck (†), Kehrer, Kestermann, Klapp, Klewitz, Kretschmer, Kutscher, Loebell, Meerwein, Mauz, Mondry, Nauck, Neumann, Pfannenstiel, Rix, Ruete, Schrader, Schwenkenbecher, Uffenorde, Versé, Westphal.

in Freiburg: Aschoff, Bohnenkamp, Eitel, Hauptstein, Jahn, Kilian, Nissle, Rehn, Siegert, Uhlenhut.